

генного материала кислого состава. Это еще раз подчеркивает близость углеродистого осадконакопления к центрам вулканической активности в палеозойских бассейнах седиментации. Для некоторых Zr-содержащих углеродистых кварцитов характерны повышенные концентрации железа и его прямая корреляция с надкларковым цирконием. Такая закономерность, известная для металлоносных осадков современных океанических бассейнов [2], может указывать на еще один, гидрогенный, источник циркония в черных сланцах с фиксацией его в гидроокислах железа.

**Стронций.** В надкларковых количествах стронций накапливается на отдельных уровнях стратиграфического разреза по всей изученной площади. Однако типовым элементом он является в основном для кремнисто-углеродистых отложений игишской толщи. Здесь стронций обычно ассоциирует с повышенным рубидием, цирконием, а иногда и барием, образуя локальные комплексные аномалии. Считается [2], что стронций в осадочном процессе генетически не связан с накоплением  $S_{орг.}$ , а его основными формами в углеродистом осадке являются карбонатная и фосфатная. Это в полной мере подтверждается на примере углеродистых силитов игишской толщи, которым свойственна прямая корреляционная связь стронция с фосфором и кальцием.

**Никель.** Большая группа углеродисто-кремнистых отложений имеет либо околокларковые концентрации Ni, либо в 2–3 раза превышающие его норму. Особенно высокие содержания Ni присущи углеродисто-глинистым сланцам игишской и кундравинской толщ. Обращает внимание, что именно углеродистые сланцы, а не кремнисто-углеродистые их разновидности обладают отчетливой геохимической специализацией на Ni. Это подчеркивает преимущественно терригенную природу его повышенных концентраций. В ряде случаев никеленосные черные сланцы сопровождаются повышенными содержаниями Fe, Cr, Co, а нередко обогащены и таким типично терригенным элементом как Zr. Схожесть в поведении названных элементов подтверждает единство их источников, каковыми являлись скорее всего коры выветривания по базит-гипербазитовым породам.

**Литература:** 1. *Парначев В. П., Петров В. И., Лукошков В. Н. и др.* Фосфат-содержащие породы Сысертско-Ильменогорской структуры на Южном Урале // Геохимия зоны сочленения Урала и Восточно-Европейской платформы. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. С. 119–129. 2. *Юдович Я. Э., Кетрис М. П.* Элементы-примеси в черных сланцах. Екатеринбург: УИФ Наука, 1994. 304 с. 3. *Юдович Я. Э., Кетрис М. П.* Проблемы литохимии: Препринт. Сыктывкар, 1997. 27 с.

**А. М. Косарев, И. Б. Серавкин, А. А. Бородулин, К. Р. Мунбаева**

## **МЕДЬ, ЦИНК И НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ГРУППЫ ЖЕЛЕЗА В ВУЛКАНИТАХ БАЙМАК-БУРИБАЕВСКОЙ СВИТЫ НА ЮБИЛЕЙНОМ КОЛЧЕДАННОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ И ЕГО ФЛАНГАХ**

1. Рудовмещающая баймак-бурибаевская свита ( $D_{1ems\ b-br}$ ) в Бурибайском рудном районе делится на три толщи: нижнюю — диабазовую ( $b-br_1$ ), среднюю — спилито-вариолитовую ( $b-br_2$ ) и верхнюю — риолит-базальтовую ( $b-br_3$ ). Рудные тела Юбилейного месторождения залегают в верхах разреза  $b-br_2$  и низах разреза  $b-br_3$ . Стратиграфически выше баймак-бурибаевской залегают верхнетаналькская ( $D_{1vtn}$ ) и ирендыкская ( $D_{1-2ig}$ ) свиты.

Авторами составлены 3 выборки метабазальтов, характеризующие особенности распределения Cu, Zn, Co, Ni, Cr в подрудной, рудовмещающей и надрудной частях разреза на месторождении Юбилейном, на фланге метасоматического ореола и в 6–10 км юго-восточнее месторождения — в разрезе по р. Таналык. Используются результаты количественного атомно-абсорбционного анализа (96 проб), выполненного Н. Г. Христофоровой в химической лаборатории ИГ (г. Уфа). Основная задача работы — анализ латеральных и вертикальных вариаций перечисленных элементов с целью определения параметров конвективной рудогенерирующей системы.

2. По результатам предшествующих исследований (В. А. Прокин, И. Б. Серавкин, Ш. Н. Кац и др.) известно, что мощные линзы серицит-хлорит-кварцевых метасоматитов, сопровождающих колчеданное оруденение,

располагаются на границе эпидот-актинолитовой и пренит-пумпеллиитовой фаций регионального метаморфизма.

На Юбилейном месторождении рудоносные метасоматиты мощностью до 400 м локализованы между эпидот-актинолитовой (снизу) и хлорит-пумпеллиитовой (сверху) метаморфическими зонами. В геологическом разрезе по р. Таналык граница между актинолит-эпидотовой и эпидот-пумпеллит-гидрослюдистой метаморфическими зонами проходит внутри верхней части спилито-вариолитовой толщи ( $b-br_2$ ).

3. По данным выборок (табл. 1–3) были составлены гистограммы и определены значения интервалов моды (табл. 4); при анализе материала учитывались также: характер асимметрии гистограмм, кларки и данные о содержаниях микроэлементов в слабо измененных вулканиках. Показателями выноса того или иного элемента являются отрицательные геохимические аномалии, соответствующие ультранизким концентрациям, не свойственным неизменным вторичными процессами породам данного геохимического типа. Свидетельством активного выноса элемента является также смещение моды в область ультранизких концентраций (10–30% кларка) и, соответственно, правая асимметрия гистограмм.

4. Анализ геохимических материалов (табл. 1–4) позволяет сделать следующие выводы: наиболее активный вынос Cu происходил на дальнем фланге месторождения в разрезе по р. Таналык, из пород, соответствующих подрудному ( $b-br_1$ ,  $b-br_2^1$ ) и рудовмещающему ( $b-br_2^2$ ) стратиграфическим уровням, и на периферии метасоматического ореола, из вулканитов рудовмещающих толщ ( $b-br_2$ ); Zn частично выносился лишь из подрудных толщ  $b-br_{1,2}$  на фланге метасоматического ореола, тогда как на месторождении происходили его привнос и вынос; Co заметно выносился из рудовмещающих толщ на месторождении, менее интенсивно — из подрудных толщ на месторожде-

нии и на фланге метасоматического ореола; Ni активно выносился из рудовмещающих толщ ( $b-br_2$ ) на месторождении, на фланге метасоматического ореола и в разрезе по р. Таналык ( $b-br_2^2$ ), в подрудной части разреза вынос Ni обнаружен лишь на фланге метасоматического ореола; Cr выносился очень активно из подрудных и рудовмещающих толщ на месторождении и на фланге метасоматического ореола, менее интенсивен вынос Cr в разрезе по р. Таналык из тех же толщ ( $b-br_{1,2}$ ). В надрудных толщах можно предполагать некоторое перераспределение элементов внутри формаций и привнос Cu и Zn в локальные тектонические зоны на месторождении.

**Таблица 1**

**КОНЦЕНТРАЦИИ CU, ZN, NI, CO, CR В ВУЛКАНИТАХ ПОДРУДНЫХ ТОЛЩ БАЙМАК-БУРИБАЕВСКОЙ СВИТЫ**

№№ проб	Cu	Zn	Co	Ni	Cr	Название породы	Индекс свиты, тощи, фации
1	2	3	4	5	6	7	8
Подрудные толщи Юбилейного месторождения							
620/18	62	100	8	32	30	МБ	b-br
620/21	78	150	78	150	120	—	—
620/23	21	150	21	150	64	—	—
620/25a	56	140	56	140	36	—	—
638/41	730	240	730	240	66	—	—
638/42	92	120	18	58	130	—	—
638/54	28	76	20	54	48	—	—
Подрудные толщи периферии метасоматического ореола							
275/17	460	120	66	190	196	Б	b-br <sub>1</sub>
275/36a	199	52	20	11	44	—	—
275/40	42	340	24	46	70	Д	π
275/42	43	59	22	32	44	—	—
275/51	74	76	18	12	14	Б	b-br <sub>1</sub>
284/33	30	13	12	20	48	—	—
427/16	42	54	16	28	30	Д	π
427/2	190	110	16	40	42	—	—
512/1	40	87	32	70	32	Б	b-br <sub>1</sub>
520/1	13	20	13	20	28	—	—
603/15	74	230	14	28	30	Д	π
Подрудные толщи b-br в разрезе по р. Таналык							
T-1a	7	72	43	47	170	Б	b-br <sub>1</sub>
T-2в	9	410	27	76	73	—	—
T-4a	38	100	40	20	10	—	—
T-5	14	130	27	55	18	—	—
T-6a	27	79	37	210	430	—	—
T-6б	16	85	41	98	42	—	—
P-20A	830	50	16	179	360	—	—
P-20 Б	18	61	52	232	411	—	—
P-21A	20	48	12	32	48	—	b-br <sub>2</sub>
P-21Д	36	48	20	176	570	—	—
T-7a	14	93	40	170	330	—	—
T-8a	11	57	33	130	280	—	—
T-9a	310	66	31	67	53	—	—
T-9б	8	71	36	160	470	—	—
T-10a	10	57	42	210	650	—	—
T-11	8	58	38	140	420	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8
T-11б	9	82	40	150	390	—	—
T-12a	65	110	38	27	390	—	—
T-12б	8	56	31	120	410	—	—
T-24	5	91	8	10	14	Д	π

**Примечания к табл. 1–3:** Б – основные породы; МБ – метасоматиты по основным породам Д – кремнекислые породы; π – субвулканическая фация.

**Таблица 2**

**КОНЦЕНТРАЦИИ CU, ZN, NI, CO, CR В ВУЛКАНИТАХ РУДОВМЕЩАЮЩИХ ТОЛЩ БАЙМАК-БУРИБАЕВСКОЙ СВИТЫ**

№ проб	Cu	Zn	Co	Ni	Cr	Названия пород	Индекс свит, толщ, фаций
Рудовмещающие толщи Юбилейного месторождения							
619/10	450	250	24	42	64	Д	b-br <sub>3</sub>
619/14	130	330	14	44	60	—	—
620/6	310	230	17	42	56	МБ	b-br <sub>2</sub>
620/9	110	99	6	30	30	—	—
620/15	550	100	4	31	32	—	—
620/16a	70	90	13	48	40	—	—
638/34	96	1240	34	58	100	Б	—
638/35	150	130	44	94	210	—	—
638/40	120	680	22	64	220	МБ	—
Рудовмещающие толщи Юбилейного месторождения на периферии метасоматического ореола							
284/11	16	29	54	50	52	Б	b-br <sub>2</sub>
284/14	58	47	34	42	42	—	—
284/17	28	46	42	70	44	Д	π
284/18	39	45	22	50	52	—	—
284/19	73	32	26	44	32	Б	b-br <sub>2</sub>
284/22	18	82	96	78	56	Д	π
522/1	530	120	26	44	46	МБ	b-br <sub>2</sub>
522/2	20	110	28	140	290	—	—
524/3	37	100	50	340	400	Б	—
524/4	110	150	26	54	58	—	—
603/16	130	480	4	32	38	Д	π
603/18	200	340	38	170	310	Б	b-br <sub>2</sub>
603/20	61	190	22	88	170	—	—
603/23	57	200	24	90	150	Д	π
603/24	77	120	22	50	58	—	—
Рудовмещающая пачка b-br <sub>2</sub> <sup>2</sup> в разрезах по р. Таналык							
T-17a	29	76	8	4	12	РД	b-br <sub>2</sub> <sup>2</sup>
T-19	24	43	25	71	340	Б	—
T-21	4	130	41	200	470	—	—
T-21б	6	92	50	280	570	—	—
T-24	5	91	8	10	14	Д	—
T-25	69	100	29	37	18	Б	—
T-25a	230	82	40	340	400	—	—
T-25б	10	53	27	160	240	—	—
T-26б	9	92	40	140	370	—	—
T-27	33	79	41	290	430	—	—
T-27a	62	83	30	220	340	В	—
T-28	93	93	31	69	160	Б	—
T-29	11	53	22	42	66	—	—
T-30	83	57	29	41	52	—	—
T-31	190	100	32	19	12	—	—
T-32	59	120	26	19	15	А	—

Таблица 3

**КОНЦЕНТРАЦИИ CU, ZN, CO, NI, CR В ВУЛКАНИТАХ НАДРУДНЫХ ТОЛЩ**

№ проб	Cu	Zn	Co	Ni	Cr	Названия пород	Индекс свит, толщ, фаций
Надрудные толщи Юбилейного месторождения							
619/3	49	110	21	62	94	А	ir
619/5	200	160	12	40	46	А	ir
620/3	160	930	54	265	460	ТАБ	ir
620/4	180	3540	30	70	110	М	tn
Надрудные толщи Юбилейного месторождения на периферии метасоматического ореола							
507/3	41	220	32	30	072	Б	tn
511/1	280	77	50	210	220	Б	tn
534/2	9380	83	24	58	110	Т	ir
538/3	210	92	22	46	78	Т	ir
603/10	400	250	37	15	56	Т	ir
603/12	190	200	25	34	70	Т	ir
Надрудные толщи b-br в разрезе по р. Таналык							
P-50	73	53	30	140	300	Б	b-br <sub>3</sub>
P-51	74	73	35	140	270	—	—
P-54в	48	51	28	68	210	—	—
T-43	77	66	36	32	100	—	—
T-43a	110	93	32	53	110	—	—
T-45	40	80	29	46	100	—	—
T-45a	87	63	28	85	190	—	—
T-35	8	69	14	6	4	Д	—
T-39	12	100	16	5	17	АД	—
T-54	38	45	6	11	12	РД	—

Таблица 4

**ЗНАЧЕНИЯ ИНТЕРВАЛОВ МОДЫ В Г/Т В ВЫБОРКАХ БАЗАЛЬТОВ РУДОВМЕЩАЮЩИХ ТОЛЩ ЮБИЛЕЙНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И РАЗРЕЗА ПО Р. ТАНАЛЫК**

Элемент и его кларк	Толщи	Месторождение	Фланг метасоматического ореола	Геологический разрез по р. Таналык
Cu 100	надрудная			60–80 (b-br <sub>3</sub> )
	рудовмещающая	100–120 (b-br <sub>2</sub> )	0–20 (b-br <sub>2</sub> ) (–) 60–80	0–20 (b-br <sub>2</sub> <sup>2</sup> ) (–)
	подрудная	20–80 (b-br <sub>1.2</sub> )	20–40 (b-br <sub>1.2</sub> )	0–20 (b-br <sub>2</sub> <sup>1</sup> ) (–) 0–20 (b-br <sub>1</sub> ) (–)
Zn 130	надрудная			60–80 (b-br <sub>3</sub> )
	рудовмещающая	80–100 (b-br <sub>2</sub> )	20–40 (b-br <sub>2</sub> ) 100–120	80–100 (b-br <sub>2</sub> <sup>2</sup> )
	подрудная	140–160 (b-br <sub>2</sub> <sup>2</sup> )	0–20 (b-br <sub>1.2</sub> ) (–)	40–60 (b-br <sub>2</sub> <sup>1</sup> ) 60–80 (b-br <sub>1</sub> )
Co 45	надрудная			20–30 (b-br <sub>3</sub> )
	рудовмещающая	0–20 (b-br <sub>2</sub> ) (–)	20–30 (b-br <sub>2</sub> )	20–30 (b-br <sub>2</sub> <sup>2</sup> )
	подрудная	10–20 (b-br <sub>1.2</sub> )	10–20 (b-br <sub>1.2</sub> )	30–40 (b-br <sub>2</sub> <sup>1</sup> ) 20–50 (b-br <sub>1</sub> )
Ni 160	надрудная			50–100 (b-br <sub>3</sub> )
	рудовмещающая	0–50 (b-br <sub>2</sub> ) (–)	0–50 (b-br <sub>2</sub> ) (–)	0–50 (b-br <sub>2</sub> <sup>2</sup> ) (–)
	подрудная	50–100 (b-br <sub>1.2</sub> )	0–50 (b-br <sub>1.2</sub> ) (–)	100–150 (b-br <sub>1.2</sub> <sup>1</sup> ) 50–100 (b-br <sub>1</sub> )
Cr 200	надрудная			50–100 (b-br <sub>3</sub> ) 250–300
	рудовмещающая	0–50 (b-br <sub>2</sub> ) (–)	0–50 (b-br <sub>2</sub> ) (–)	0–100 (–) (b-br <sub>2</sub> <sup>2</sup> ) 350–400
	подрудная	0–50 (b-br <sub>1.2</sub> ) (–)	0–50 (b-br <sub>1.2</sub> ) (–)	350–450 (b-br <sub>2</sub> <sup>1</sup> ) 0–50 (b-br <sub>1</sub> ) (–)

**Примечание:** Кларки основных пород даны по А. Н. Виноградову (в г/т). Знак (–) поставлен после значений моды, свидетельствующих об активном выносе элемента из породы.

Таким образом, в пределах Юбилейного рудного поля намечаются геохимические зоны с различной подвижностью рассмотренных элементов. В целом данную зональность можно считать соответствующей модели конвективной системы: Cu, Ni, Sr выщелачиваются нисходящими нагревающимися морскими водами; в центральной части ячейки процессы выщелачивания сочетаются с привносом и перераспределением вещества восходящими гидротермами. Можно предполагать, что область выноса Cu, охватывающая подрудные и рудовмещающие толщи (b-br<sub>1-2</sub>), имеет субрегиональный характер. Зоны выноса, возникающие в связи с формированием колчеданных месторождений и рудопоявлений, видимо сливаются между собою. Низкие концентрации Cu (1–16 г/т) в эффузивных базальтах b-br<sub>1-2</sub>, безрудной Самарской антиклинали, расположенной между Бурибаевском и Юбилейном рудными полями, установлены

П. Спадея (P. Spadea) [2]. Вполне вероятно, что эффективность выноса усиливается мелкими и недолго живущими конвективными ячейками, связанными с внедрением субвулканических интрузий. Это находит подтверждение в наличии вокруг субвулканических тел ореолов эпидотизации [1] и в пониженных концентрациях Cu, Co, Ni, Sr в субвулканических кислых породах в разрезе по р. Таналык, по сравнению с таковыми Юбилейного месторождения (табл. 1–3).

**Литература:** 1. *Захарова А. А.* Типы метаморфизма эвгеосинклинальных толщ западного борта Магнитогорского мегасинклинория // Магматизм и метаморфизм Южного Урала. Уфа, 1980. С. 27–36. 2. *Spadea P., Kabanova L., Scarrow J. H.* Petrology, geochemistry and geodynamic significance of Mid-Devonian boninitic rocks from the Baimak-Buribai area (Magnitogorsk zone, Southern Urals) // *Ofioliti*. 1998. V. 23. N 1. P. 17–36.

**Г. Н. Пшеничный, Н. Г. Рыкус, Н. В. Панова**

## К ГЕОХИМИИ ЗОЛОТА И СЕРЕБРА В РУДАХ УЗЕЛЬГИНСКОГО МЕДНО-ЦИНКОВОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Являясь неизменными спутниками колчеданного оруденения, золото и серебро постоянно присутствуют во всех минеральных типах сульфидных руд Узельгинского месторождения, где ведут себя как типичные халькофильные элементы. В связи с этим, для выяснения основных геохимических особенностей золота и серебра на всем протяжении процессов рудообразования Узельгинского месторождения, целесообразно рассматривать содержания этих элементов лишь в сплошных сульфидных рудах. Это обусловлено тем, что содержание сульфидной составляющей во вкрапленных рудах может колебаться в очень широких пределах. Поэтому истинные закономерности распределения в прожилково-вкрапленных рудах золота и серебра могут оказаться в значительной степени затуманенными или даже искаженными. В объемах рудных тел

и колчеданных залежей оба элемента распределяются очень неравномерно, отражением чего являются большие диапазоны колебаний их содержаний в пробах рядового опробования (табл. 1).

Как следует из табл. 1, эта неравномерность проявляется по месторождению в целом и в пределах каждого из сортов (минеральных типов руд). При этом диапазоны вариаций содержаний золота и серебра (в рядовых пробах) последовательно расширяются в следующем ранжированном ряду сортов (минеральных типов) руд: СК → МК → ЦК → МЦК (расшифровка аббревиатур дана в таблице 1). Средние содержания золота и серебра в рудах и их максимальные концентрации в пробах рядового опробования увеличиваются от СК к МЦК в таком же ранжированном ряду сортов руд.

**Таблица 1**

### СОДЕРЖАНИЯ AU И AG В Г/Т, AG/AU В РУДАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ И В ОТДЕЛЬНЫХ СОРТАХ (МИНЕРАЛЬНЫХ ТИПАХ) КОЛЧЕДАННЫХ РУД

Сорт руды	Содержание золота, г/т			Содержание серебра, г/т			Ag/Au		
	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.
МЦК	0,1	15,7	2,91	1,0	286,5	46,94	0,3	365,0	16,1
ЦК	0,1	9,5	2,66	1,5	184,9	40,19	0,4	74,8	15,1
МК	0,07	3,6	1,12	0,5	78,2	14,68	0,8	236,0	13,1
СК	0,1	3,1	0,93	1,0	53,3	12,00	0,4	91,0	12,9
МЦВ	0,1	8,4	2,21	1,8	200,5	56,96	4,0	416,0	49,4
ЦВ	0,07	9,5	1,47	3,3	119,9	30,88	0,7	186,5	31,7
МВ	0,1	5,9	0,99	0,7	112,3	12,90	1,3	701,0	37,6
м-с	0,07	15,7	1,97	0,5	286,5	29,42	0,3	701,0	26,0

**Примечание.** Сорта руд: СК – серный, МК – медистый, ЦК – цинковистый и МЦК – медисто-цинковистый колчеданы; МВ – медистый, ЦВ – цинковистый и МЦВ – медисто-цинковистый вкрапленники.