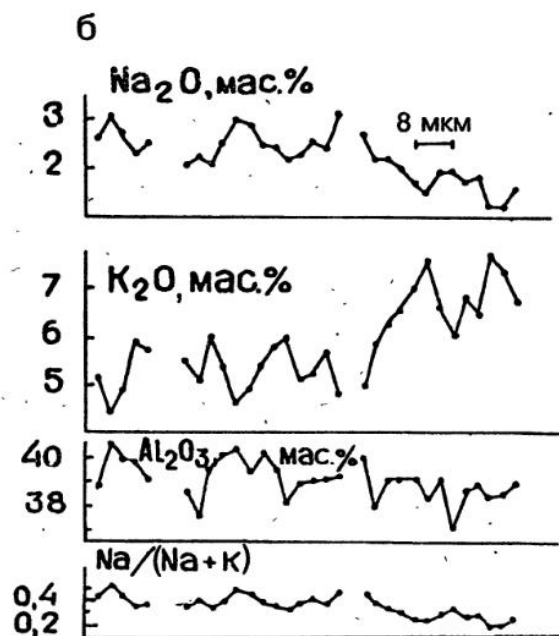
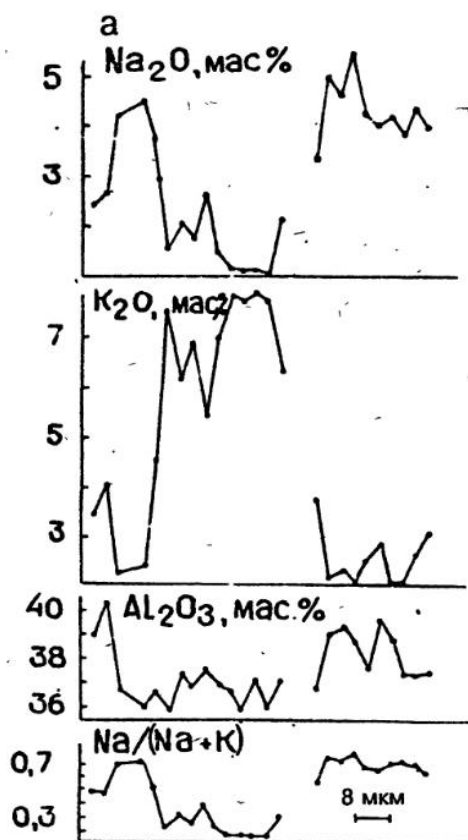


А.И. Грабежев, О.В. Русинова, А.П. Жухлистов,  
В.А. Котляров, В.Г. Гмыра, В.Г. Петрищева

### **О генетических взаимоотношениях медного и As-Zn-Cu-Ag-Au оруденения Томинского рудного узла (Южный Урал)**

Проблема генетической связи собственно медно-порфировых и As—Zn—Cu—Ag—Au месторождений крупных медно-порфировых рудных узлов активно обсуждается в литературе, но пока не получила однозначного разрешения. Детальное изучение слюд Томинского рудного узла позволяет существенно уточнить наши представления по этому вопросу.

Рудный узел включает два тектонических блока. В восточном блоке вскрывается риолит-базальтовая толща ( $O_{1-2}?$ ) цоколя разреза, прорывается мезоабиссальными телами кварцевых диоритов с типичным медно-порфировым оруденением (Северо-Томинское месторождение, [1]). Западный блок сложен  $D_3-C_1(?)$  осадочно-андезитоидной толщей верхней части разреза, содержащей гипабиссально-субвулканические и субвулканические тела диоритовых порфиров, которые вмещают прожилково-вкрапленные и массивные сульфидные зоны с As—Cu—Zn—Ag—Au оруденением (месторождения Биксизак и Березняки [2]).



Микрозондовые профили через агрегаты слюд, образовавшихся по плагиоклазу, из слюди-кварцевых метасоматитов Северо-Томинского медно-порфирового месторождения.

а — срастания индивидуализируемых сосуществующих парагонита и мусковита; б — очень тонкие срастания натровой и кали-натровой слюд с мусковитом, сменяющиеся на отдельных участках индивидуализируемым мусковитом

Для метасоматических ореолов кислотного выщелачивания (анкерит-слюдисто-кварцевого состава) всех указанных объектов характерна уникальная минеральная ассоциация, представленная парагонитом, К—Na белой слюдой и мусковитом. Тонкозернистый (0,0001x0,01 мм) агрегат слюд развивается по плагиоклазу и частично хлориту дисритов.

Существование гомогенной К—Na слюды как промежуточного члена ряда мусковит-парагонит надежно обосновано нами одновременно с [5], впервые [4]. В основе аргументации лежат детальные прецизионные электронографические исследования, согласно которым слюда имеет следующие параметры:  $a = 5.15 \text{ \AA}$ ,  $b = 8.92 \text{ \AA}$ ,  $c = 19.6 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 94.75^\circ$ ,  $c \cdot \sin \beta / 2 = 9.765$ . Отношение  $\text{Na}/(\text{Na}+\text{K})$  слюды, вычисленное по этим данным с помощью формулы Zen, Albee, (1964 г.) составляет 0.64 (ат.). Зондо-электронномикроскопические и микрозондовые исследования слюдяных агрегатов дают по составу все переходы (табл. 1) от парагонита ( $\text{Mu}_{10-20}\text{Pa}_{90-80}$ ) до мусковита ( $\text{Pa}_{10-20}\text{Mu}_{90-80}$ ). Это обусловлено тончайшими срастаниями парагонита, К—Na слюды и мусковита (см. рисунок). На дифрактограммах в области (0.0.10) отчетливо выражены (табл. 2) рефлексы парагонита ( $d/n = 1.918 - 1.922 \text{ \AA}$ ), мусковита ( $d/n = 1.987 - 1.993 \text{ \AA}$ ) и промежуточный рефлекс ( $d/n = 1.940 - 1.956 \text{ \AA}$ ), отражающий, скорее всего, присутствие К—Na слюды. Значение  $d_{002}$  концентрата слюд отвечает  $9.78 - 9.82 \text{ \AA}$ . Все слюды относятся к модификации  $2M_1$ , степень совершенства варьирует от средней-низкой до средней.

Средние типовые микронзондовые составы слюдяных агрегатов из метасоматитов

Компонент	I			II						
	1	2	3	1	1	1	2	2	3	3
	(5)	(5)	(3)	(3)	(3)	(1)	(6)	(6)	(5)	(2)
SiO <sub>2</sub>	47.71	48.08	47.17	47.85	47.76	44.71	47.25	47.89	45.88	45.73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	37.96	39.53	36.84	38.29	39.52	36.81	35.32	38.93	36.61	36.87
FeO	0.74	0.77	0.88	1.70	1.57	5.31	3.26	1.85	2.76	2.95
MgO	0.59	0.59	0.68	0.30	0.13	3.25	1.12	0.32	0.66	0.92
CaO	0.01	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> O	4.11	2.56	1.77	4.55	4.52	4.06	3.08	3.40	2.03	1.46
K <sub>2</sub> O	2.61	3.93	6.87	1.64	2.34	2.22	3.91	3.85	6.53	7.00
Σ	93.73	95.46	94.21	94.33	95.84	96.17	93.94	96.24	94.47	94.33
Si	3.05	3.00	3.07	3.03	2.99	2.76	3.03	3.00	2.99	2.95
Al <sup>IV</sup>	0.95	1.00	0.93	0.97	1.01	1.24	0.97	1.00	1.01	1.05
Al <sup>VI</sup>	1.90	1.90	1.89	1.88	1.91	1.43	1.71	1.88	1.80	1.75
Fe	0.04	0.04	0.05	0.09	0.08	0.27	0.17	0.09	0.14	0.16
Mg	0.06	0.06	0.06	0.03	0.01	0.30	0.11	0.03	0.06	0.09
K	0.22	0.32	0.57	0.13	0.19	0.17	0.32	0.31	0.54	0.58
Na	0.51	0.32	0.22	0.56	0.55	0.48	0.38	0.41	0.26	0.18
K+Na	0.73	0.64	0.79	0.69	0.74	0.65	0.70	0.72	0.80	0.76
Na/Na+K	0.70	0.50	0.28	0.81	0.74	0.74	0.54	0.57	0.33	0.24

I — шлифы из скв. 407 (глубина 103,5 м) и 385 (глубина 195,4 м); II — шлиф из скв. 407 (глубина 182 м), Северо-Томинское месторождение.

1 — наиболее вероятный состав парагонита, 2 — агрегат парагонита, K—Na слюды и мусковита, 3 — наиболее вероятный состав мусковита. В скобках показано число анализов

Содержание воды в слюдяном концентрате не превышает 4.5—4.8 мас.%, однако, большая ее часть выделяется в интервале 450—700°C, что, по Б.И. Омеляненко (1988 г), свойственно тонкочешуйчатым серицитам. Количество межслоев не превышает 2—3 %.

Указанная ассоциация слюд наблюдается как на Томинском месторождении, так и на месторождениях Биксизак, Березняки. Однако, если на первом она распространена повсеместно, то на вторых встречается в виде локальных зон. На Березняковском месторождении широкое распространение в качестве белой слюды имеет также парагонит-сметтит:  $d_{004}=4.85\text{ \AA}$ ,  $d_{002}=10.02\text{—}10.14\text{ \AA}$  (после насыщения этиленгликолем 9.27—9.37 Å), остальные рефлексы очень плохо выражены. Слюда имеет низкую степень совершенства структуры. Количество монтмориллонитовых межслоев довольно значительно варьирует (от 10 до 37%). Тем не менее, содержание воды не превышает 5 мас.%, что, судя по термическому анализу, обусловлено переходом большей части гидроксильной воды в межслоевую. Последняя отчетливо фиксируется и по ИК спектроскопии. Представляется несомненным, что парагонит-сметтит является продуктом аргиллизации вышеописанной средне-высокотемпературной ассоциации парагонит — K—Na слюда — мусковит. Подтверждением является принадлежность смектита к модификации 2M<sub>1</sub> и изменение условий формирования метасоматитов от первично закрытой (P=0.8—1.2 кбар, T=320—390°C, определения В.В. Мурзина) до открытой системы (P=0.1—0.4 кбар, T=160—370°C) при общих субвулканических условиях образования. Кроме двух указанных ассоциаций слюд на Березняковском месторождении встречаются обширные зоны измененных диоритовых порфиритов, слюды которых представлены стандартным мусковитом или гидромусковитом (до 6% межслоев).

Таблица 2

## Рентгеновские параметры белых слюид, А

Номер пробы	n	c · sin β/2 от (0010)				d(004)			d(002)	d(002)/n с этилен- гликолем	M	Na Na+K	Ассоциация слюид
		Pa-1	Pa-2	Mu	Pa-1	Pa-1	Mu	Mu					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Мезоабиссальный уровень (Северо-Томинское месторождение)													
397-95	1	9.61	-	9.96	4.77	4.94	9.78	9.57 и 9.82	-	-	-	Pa-1 > Mu	
403-182	2	9.61	9.80	9.93	4.80	4.94	9.82	9.63 и 9.82	-	-	0.61	Mu > Pa-1 > Pa-2	
385-203	3	9.60	9.78	9.94	4.81	4.96	9.82	9.55 и 9.82	-	-	0.55	Pa-1 > Mu	
385-211	3	9.60	9.70	9.95	4.82	4.98	9.78	9.57 и 9.82	-	-	0.70	Pa-1 > Pa-2 = Mu	
401-200	3	9.61	9.78	9.97	4.81	4.97	9.78	9.57 и 9.82	-	-	0.61	Pa-1 > Pa-2 > Mu	
401-102.8	4	9.60	9.74	9.94	4.80	-	9.63	9.57	2	-	-	Pa-1 > Pa-2	
401-188.9	4	9.60	9.71	9.95	4.80	4.96	9.63	9.63 и 9.82	-	-	-	Pa-1 > Pa-2 > Mu	
407-105	3	9.63	9.78	9.98	4.83	4.97	9.85	-	-	-	0.73	То же	
407-282	3	9.63	9.77	9.96	4.83	4.98	9.71	-	-	-	0.76	То же	
Гипабиссальный уровень (Южно-Томинское месторождение)													
436-162	3	9.61	-	9.97	4.82	4.98	9.91	9.82	3	-	0.47	Pa > Mu	
444-172.8	3	-	-	9.97	-	4.97	9.94	9.82	4	-	-	Mu >> Pa	
Гипабиссальный-субвулканический уровень (рудопроявление Биксизак)													
21-83	4	9.60	9.76	Нет	4.82	Нет	9.65	9.57 и 11.57	3	-	-	Pa-1 > Pa-2	
21-86	4	9.60	-	Нет	4.84	Нет	9.74	9.57 и 9.87	-	-	0.75	Pa-1	
21-207	4	9.60	9.78	Нет	4.85	Нет	9.78	9.61	5	-	0.64	Pa-1 = Pa-2 > Mu	
Гипабиссальный-субвулканический уровень (рудопроявление Депутатское)													
288-70	2	-	-	9.98	-	4.93	9.94	9.61	11	-	-	Pa, Mu	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Субвулканический уровень (месторождение Березняки)											
43-195	2		Плохо выражены	4.85	-	10.14	9.27	27	0.72	Pa-Mont	
43-208	2		То же	4.81	-	10.02	9.37	19	0.75	Pa-Mont	
49-150	2	9.65	-	-	-	9.82	9.51 и 9.82	-	-	Pa-1>Pa-2>>Mu	
49-383	2	9.60	-	-	4.82	9.68	9.61	2	0.79	Pa-1>Pa-2	
49-390(3)	2	9.62	-	-	4.83	9.85	9.49	11	0.83	Pa-Mont	
49-390(2)	2	9.59	-	-	4.82	9.61	9.51	3	0.83	Pa-1>Pa-2	
50-296	2	-	-	9.96	-	4.97	9.96	4	-	Mu, Pa	
54-245	2	-	-	10.00	-	4.93	9.82	6	0.45	Mu, Pa(?)	
56-38	2	-	-	9.96	-	4.99	10.07	0	-	Mu	
56-214	1	9.59	9.87	-	4.80	4.92	9.82	-	0.74	Pa, Mu	
56-333	1	-	-	-	-	-	-	-	0.38	Mu>>Pa	
56-415	1	-	-	9.96	-	4.95	9.91	3	-	Mu	
58-74	2	-	-	9.98	-	-	10.15	0	0.30	Mu	

Примечание. Номер пробы соответствует номеру скважины и глубине. М — количество разбухающих межслоев. Ассоциация слюд дается по данным дифрактометрии и электронографии.

Pa — нерасчлененные натровые слюды, Pa-1 — парагонит, Pa-2 — K—Na слюда, Pa-Mont — смешаннослойный парагонит, монтмориллонит, остальные обозначения — в тексте.

Для пробы 49-390: (3) — фракция с  $2.9 > d > 2.76$ , (2) — фракция с  $3.1 > d > 2.98$ .

П — характеристика пород: 1, 2 — кварцевый диорит, соответственно слабо и сильно ослюденный; 3 — слюдино-кварцевый метасоматит аподиоритовый; 4 — карбонат-слюдино-кварцевый метасоматит аподиоритовый.

Na/(Na+K) дано по химическому анализу.

Присутствие уникальной ассоциации парагонит — К—Na слюда — мусковит однозначно свидетельствует о генетическом единстве мезоабиссального медно-порфиrowого и субвулканического As—Zn—Cu—Ag—Au оруденения в составе единой медно-порфиrowой колонны. Петрологические и геологические материалы служат дополнительным подтверждением этого положения. Целесообразно подчеркнуть, что метасоматиты Биргильдинского и Ягузакского медно-порфиrowых рудопроявлений, находящихся в соседних тектонических блоках, почти не содержат парагонита. Приведенные данные не подтверждают представление [3] о полигенности и полихронности, в общепринятом понимании этого термина, рассмотренных объектов.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 94-05-16155) и Международного научного фонда (грант RG-9000).

### Список литературы

1. Грабежев А. И. Парагонит-содержащие метасоматиты Томинского медно-порфиrowого месторождения // Докл. РАН. 1992. Т. 322, № 2. С. 356—359.
2. Грабежев А. И., Молошаг В. П. Zn—Cu—Ag—Au оруденение Томинского медно-порфиrowого рудного узла (Южный Урал) // Докл. РАН. 1993. Т. 230, № 3. С. 349—351.
3. Сазонов В. Н., Мурзин В. В., Григорьев Н. А. Березняковское золотопорфиrowое месторождение (Южный Урал). Екатеринбург, 1994.
4. Grabezhev A., Borovikov Y. Porphyry copper deposits of the Urals // Resource Geology. Special Issue. 1993. № 15. P. 275—284.
5. Jiang W.-T., Peacor D.R. Formation and modification of metastable intermediate sodium potassium mica, paragonite and muscovite in hydrothermally altered metabasites from northern Wales. // Amer. Miner. 1993. Vol. 78, № 7. P. 782—793.