

УДК 553.41(571.55)

Редин Ю.О., Редина А.А., Колпаков В.В.  
(Институт геологии и минералогии  
им. В.С. Соболева СО РАН)

#### МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РУД ЛУГИИНСКОГО ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

*Лугиинское золотосодержащее месторождение относится к вулканогенной колчеданно-полиметаллической формации с гидротермально-метасоматическим типом руд. При относительно небольшом минеральном разнообразии выделяются ранняя золото-пиритовая и более поздняя золото-полиметаллическая стадии оруденения. Изотопные и термобарогеохимические исследования указывают на низко- и среднетемпературные условия образования руд. **Ключевые слова:** минеральный состав, самородное золото, изотопные исследования, условия рудообразования, Восточное Забайкалье.*

Redin Yu.O., Redina A.A., Kolpakov V.V. (Sobolev Institute of Geology and Mineralogy Siberian Branch Russian Academy of Sciences)

#### MINERAL COMPOSITION AND ORE-FORMING CONDITIONS OF THE GOLD-POLYMETALLIC LUGIINSK DEPOSIT (EASTERN TRANSBAIKALIA)

*The Lugiinsk gold-bearing deposit is regarded as volcanic polymetallic formation deposit, for which the hydrothermal-metasomatic type of ore is specific. Two stages of ore formation were deduced: gold-pyrite (early stage) and gold-polymetallic (late stage). Isotopic data and fluid inclusion study pointed out to low and medium temperatures for ore deposition. **Keywords:** mineral composition, native gold, isotopic studies, ore-forming conditions, Eastern Transbaikalia.*

В Восточном Забайкалье известно большое количество полиметаллических (в том числе и золотосодержащих) месторождений и рудопроявлений, основная масса которых сосредоточена в междуречье Газимура и Аргуни и в меньшей мере в бассейне р. Шилка. Лугиинское золото-полиметаллическое месторождение расположено на территории Газимуро-Заводского района, на восточном фланге Широкинского рудного поля. В пределах рудного поля развита чрезвычайно разнообразная эндогенная минерализация. Лугиинское месторождение, открытое в 1953 г. Тайнинской геофизической партией Читинского ТГУ, в дальнейшем изучалось многими исследователями [6, 10]. Вместе с тем, в настоящее время в опубликованной литературе отсутствуют данные по минералого-геохимическим особенностям руд, химическому составу

самородного золота, сульфидных минералов, их изотопному составу, условиям образования. С учетом продолжающихся в Восточном Забайкалье поисково-разведочных работ, все эти обстоятельства и определяют актуальность настоящего исследования.

#### Геологическое строение района месторождения

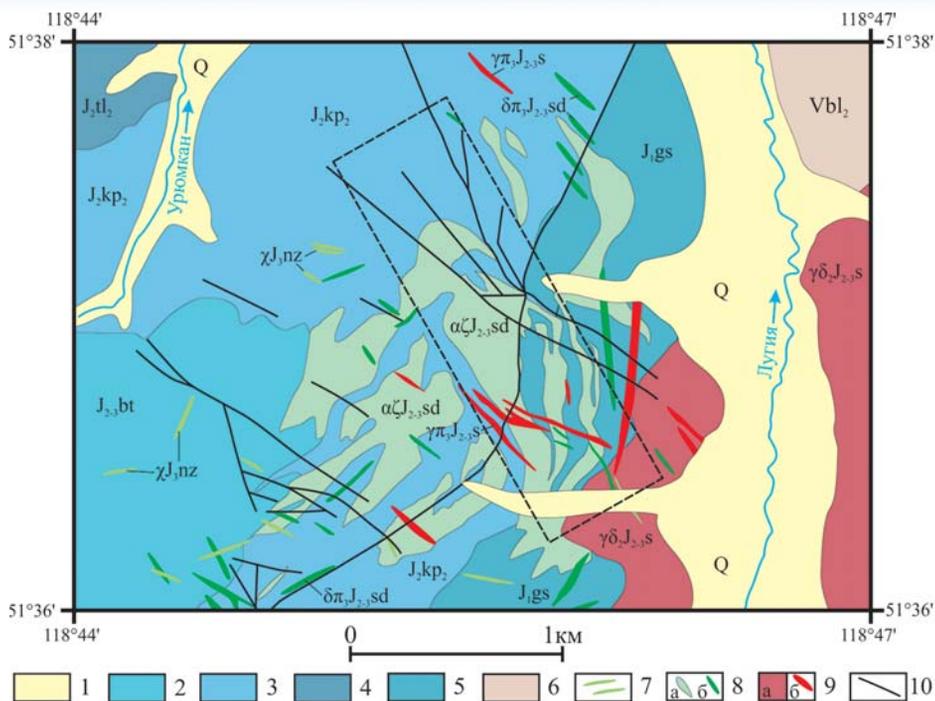
Широкинский рудный поле находится в 100 км к юго-востоку от Монголо-Охотской сутуры в зоне Газимуровского регионального разлома, образовавшегося параллельно основной структуре в процессе коллизии Сибирского и Монголо-Китайского континентов [10]. Широкинский рудный поле сложено в основном осадочными и эффузивно-туфогенными образованиями кембрийского, раннеюрского и позднеюрского возраста. Лугиинское месторождение приурочено к сравнительно узкой полосе юрских отложений шадоронской и онон-борзинской серий. В строении этих серий участвуют несколько свит, непосредственно на месторождении наблюдаются выходы двух из них: государственная свита (онон-борзинская серия), которая представлена песчаниками, алевролитами, аргиллитами и конгломератами и кипринская свита (шадоронская серия), сложенная дацитами, андезитобазальтами, туфами, прослоями туфопесчаников и туфоконгломерато-брекчиями (рис. 1).

Субвулканические интрузии шадоронского комплекса на месторождении развиты повсеместно и представлены в основном андезитодацитами, дацитами, кварцевыми диоритовыми порфиритами, гранодиорит-порфирами, дайками кварцевых диоритовых порфиров, диоритовыми порфиритами. Вся гамма этих пород прорывается дайками гранит-порфиров и гранодиоритами шахтаминского рудоносного комплекса. Гранодиориты в юго-восточной части месторождения образуют крупный шток (Лугиинский), границы которого выходят далеко за пределы месторождения.

Минерализованные зоны приурочены к тектонически нарушенным и гидротермально измененным субвулканическим и вулканогенно-осадочным породам. Зоны вытянуты вдоль ветвей Лугиинского северо-западного разлома более чем на 2 км и имеют значительные мощности (до 200 м). Рудные тела представлены пластообразными и линзообразными залежами сложной формы протяженностью 100–600 м при мощности 1–30 м. Визуально границы рудных тел можно определить условно по наличию зон катаклаза, брекчирования и интенсивной березитизации пород.

#### Минералого-геохимические особенности оруденения

Руды Лугиинского месторождения характеризуются небольшим разнообразием минерального состава. К числу главных рудообразующих минералов относятся пирит, галенит, сфалерит, к второстепенным — халькопирит, тетраэдрит, к редким — самородное зо-



**Рис. 1. Геологическая схема Лугинского месторождения:** 1 — четвертичные отложения (Q); 2 — буторовская свита ( $J_{2-bt}$ ): трахиандезиты, андезиты, трахиандезитобазальты; 3 — кипринская свита ( $J_{2-kr_2}$ ): дациты, андезитобазальты, туфы, прослои туфопесчаников, туфоконгломерато-брекчий; 4 — талангуйская свита ( $J_{2-tl_2}$ ): андезитобазальты, андезиты, их брекчиевые лавы, туфобрекчии, туфоконгломерато-брекчии, туфы, туффиты; 5 — государевская свита ( $J_{2-gs}$ ): песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты; 6 — втоелутуйская свита ( $Vbl_2$ ): песчаники, гравелиты, алевролиты, кварц-серицитовые сланцы, туфы, известняки, доломиты; 7 — нерчинскозаводской комплекс: дайки лампрофиров ( $\chi J_{2-nz}$ ); 8 — шадоронский комплекс: а — андезитодациты, дациты ( $\alpha \zeta J_{2-sd}$ ), б — дайки гранодиорит-порфиров ( $\delta \pi J_{2-sd}$ ); 9 — шахтаминский комплекс: а — гранодиориты ( $\gamma \delta J_{2-s}$ ), б — дайки гранит порфиров ( $\gamma \pi J_{2-s}$ ); 10 — разрывные нарушения. Пунктиром показан контур Лугинского месторождения

лото. Структура руд мелко- и крупнозернистая, текстура — вкрапленная, прожилково-вкрапленная, гнездово-вкрапленная, колломорфная, ритмично-полосчатая, брекчиевая и др. На основе проведенных исследований можно выделить два типа руд, различающихся по соотношениям основных минералов: золото-пиритовый и золото-полиметаллический. Руды колчеданного типа более распространены на месторождении и, вероятно, формировались как на более раннем этапе, так и совместно с полиметаллическими.

Петрографическое исследование вмещающих пород показало, что они представлены в основном метавулканическими и метасадочными породами. На различных участках породы имеют различную степень проработки (метасоматической и тектонической). Основные изменения проявляются в карбонатизации, хлоритизации, гидрослюдизации и окварцевании. Нередко наблюдаются обожренность и трещиноватость пород. Вулканические породы представлены разностями кислого (риолит) и среднего (андезит) составов. Структура пород — порфировая, пилотакситовая; текстура — флюидальная или массивная. Количество вкрапленников в породах более кислых разностей меньше, чем в средних. В первых их содержание составляет порядка 10 %, в последних доходит до 50 %. Фенокристаллы представлены основным плагиоклазом, роговой обманкой, биотитом и калиевым полевым шпатом (в кислых породах). Основная масса перекристаллизована до образования микролитового агрегата. Из вторичных изменений отмечаются — хлоритизация, карбонатизация, гидрослюдизация. Наблюдаются и акцессорные минералы: магнетит, пирит, рутил, апатит. По некоторым из них также идут вторичные изменения в виде гидроокислов железа и лейкоксенового агрегата. Отдельные образцы рассече-

ны многочисленными разнонаправленными трещинами, которые впоследствии выполнены карбонатом.

Осадочные породы представлены песчаниками полимиктового и существенно плагиоклазового состава. Плагиоклазовый песчаник среднезернистый, преобладают зерна размером 0,05–1 мм, до 10 % составляют зерна величиной до 0,15 мм, что характеризует сортировку как среднюю. Форма зерен угловатая. Текстурные особенности проявляются в слабо выраженной слоистости, обусловленной субпараллельной ориентировкой удлиненных зерен, связанной с уплотнением породы. Обломочная часть имеет следующий состав: плагиоклаз 80–90 %, кварц 10–20 %, единичные обломки мелкозернистого кварцита. Полевой шпат представлен двумя разновидностями, различающимися по интенсивности вторичного изменения. Основная масса зерен плагиоклаза серицитизирована на 50 %, меньше наблюдается зерен с двойниковым полисинтетическим строением и слабо серицитизированных. Как правило, последние имеют более крупные размеры (составляют гравийную примесь). Цемент пленочно-поровый гидрослюдисто-хлоритовый. На отдельных участках отмечается цементация вдавливания, обусловленная наличием конформных структур зерновых контактов. Акцессорные минералы представлены цирконом и сфеном. Из аутигенных минералов отмечаются рутил и пирит, замещающиеся соответственно лейкоксеном и гидроокислами железа.

Обломочный материал полимиктового песчаника в основном представлен мелко-, реже средне- и крупнозернистыми кварцитами, кварцем (порядка 20 %). Размер зерен 0,2–1,2 мм, преобладающей фракции нет. Сортировка плохая. Форма зерен угловатая. Текстура массивная. Состав зерен мелкозернистого кварцита полевошпат-кварцевый. Полевой шпат в них замеща-

ется серицитом. В зернах средне- и крупнозернистого кварцита присутствуют включения игольчатых кристаллов минерала, точное определение которого в оптическом микроскопе невозможно. На некоторых зернах отмечаются следы растворения. Цементирующая масса характеризуется пятнистой текстурой — в породе наблюдаются участки с пленочно-поровым и базальным цементом. Единично отмечается цемент соприкосновения. Состав цемента гидрослюдисто-каолинит-сидеритовый. Из аксессуарных минералов присутствует циркон. Аутигенные представлены пиритом, псевдоморфно замещаемым агрегатом гидрокислов железа, и лейкоксенизированным рутилом. Многочисленные затухающие трещинки выполнены сидеритом или кварцем.

Рудные минералы образуют вкрапленность в основной массе пород, а также вкрапленность и гнезда в кварц-карбонатных жилах и прожилках. *Пирит* является сквозным минералом и присутствует в качестве главного рудного минерала во всех типах руд. Он представлен гнездообразными обособлениями, рассеянной мелкой вкрапленностью, распределенной хаотично или в виде цепочек зерен (прожилков), отдельными кристаллами кубической и пентагон додекаэдрической формы в основной массе породы или в кварц-карбонатных прожилках. Кристаллы пирита часто катаклазированы, а межзерновое пространство и трещины залечиваются более поздними сульфидами (галенитом, сфалеритом, халькопиритом). Химический состав пирита близок к теоретическому, рентгеноспектральным микроанализом установлены примеси (масс. %): Co — до 0,5; Ni — 0,6; As — 3; Au — 0,19. Содержания сурьмы и меди в пирите оказались в основном ниже порога чувствительности метода. Во всех пробах отмечаются единичные значимые содержания мышьяка, обычно не превышающие 0,9 масс. % на фоне его общего отсутствия. Лишь в нескольких зернах пирита количество мышьяка достигало 1,3–3,0 масс. %. Содержания кобальта и никеля выше предела чувствительности анализа, причем значимые содержания кобальта отмечены во всех исследованных образцах, а никель, вероятнее всего, содержится в отдельных зернах. Суммарно содержание кобальта и никеля в пиритах не превышает 1,0 масс. %. Постоянно присутствуют следы золота. Атомно-абсорбционным анализом также установлены повышенные содержания золота в монофракциях пирита (8 проб) — от 1,8 до 7 г/т. Такие содержания являются сопоставимыми с золотоносными пиритами других месторождений. Например, на месторождении Кызыл-Таштыг содержание золота в пирите — до 4,8 г/т [4]. *Сфалерит* чаще всего встречается в кварц-карбонатных прожилках и жилах. Он образует сростания с галенитом и пиритом в виде гнезд, ксеноморфных выделений и зернистых масс. В сфалерите в виде эмульсионной вкрапленности установлен халькопирит. Из примесей в значимых количествах обнаружены (масс. %): Fe — 2,3; Cd — 0,33. *Галенит* также характерен для кварц-карбонатных прожилков, где он образует сростания главным

образом со сфалеритом и наблюдается в виде прожилково-вкрапленных выделений, а также мономинеральных скоплений. Значения выше предела обнаружения получены для следующих примесей (масс. %): Ag — 0,14; Bi — 0,32; Ga — 0,17 (табл. 1).

Анализ корреляционных связей Bi, Ag и Sb в галенитах показывает прямую линейную корреляцию Ag-Sb, а также намечается положительный тренд Ag-Bi, что может свидетельствовать о наличии двух фаз-концентраторов серебра: Ag-тетраэдрит (фрейбергит) и шапбахит (AgBiS<sub>2</sub>), которые по данным П. Рамдора [9] могут находиться в галените в виде твердого раствора (рис. 2).

С помощью сканирующей электронной микроскопии в галените в виде включений установлены *Ag-тетраэдрит* (фрейбергит, содержание серебра до

**Таблица 1**  
Химический состав галенита, масс. %

№ п.п.	Pb	S	Bi	Sb	Ag	Ga	Сумма
1	85,84	13,40	0,19	0,09	0,08	0,15	99,75
2	85,50	13,26	0,21	0,11	0,07	0,14	99,29
3	85,50	13,50	0,17	0,12	0,10	0,14	99,53
4	85,70	13,40	0,20	0,09	0,10	0,13	99,62
5	85,44	13,43	0,18	0,09	0,10	0,15	99,39
6	85,91	13,30	0,10	0,10	0,06	0,14	99,61
7	86,14	13,45	0,15	0,03	н.о.	0,14	99,91
8	85,77	13,52	0,17	0,01	н.о.	0,15	99,62
9	85,60	13,32	0,25	0,07	0,08	0,13	99,45
10	85,90	13,37	0,30	0,05	0,07	0,13	99,82
11	85,65	13,56	0,24	0,06	0,06	0,15	99,72
12	86,03	13,40	0,07	0,05	0,04	0,16	99,75
13	85,71	13,40	0,17	0,05	0,04	0,15	99,52
14	85,42	13,55	0,16	0,07	0,11	0,16	99,47
15	85,35	13,08	0,21	0,13	0,13	0,16	99,06
16	85,75	13,30	0,16	0,13	0,14	0,15	99,63
17	85,41	13,38	0,20	0,10	0,08	0,15	99,32
18	85,31	14,00	0,32	0,10	0,05	0,15	99,93
19	85,50	13,42	0,27	0,03	0,03	0,15	99,40
20	85,75	13,67	0,30	0,05	0,06	0,15	99,98
21	85,68	13,42	0,20	0,10	0,07	0,15	100,25
22	85,68	13,35	0,14	0,10	н.о.	0,14	99,41
23	85,52	13,45	0,20	0,08	0,07	0,16	99,48
24	85,57	13,44	0,17	0,10	0,07	0,16	99,51
25	85,24	13,44	0,30	0,14	0,11	0,15	99,38
26	85,48	13,61	0,14	0,04	0,03	0,14	99,44
27	85,93	13,56	0,11	0,05	н.о.	0,15	99,80
28	85,45	13,56	0,20	0,13	0,14	0,15	99,63
29	85,76	13,53	0,21	0,10	0,11	0,15	99,86
30	85,33	13,47	0,30	0,11	0,10	0,17	99,48
<b>п.о.</b>	<b>0,055</b>	<b>0,008</b>	<b>0,048</b>	<b>0,004</b>	<b>0,021</b>	<b>0,012</b>	

Примечание: анализы выполнены на приборе JEOL JXA-8100, аналитик В.Н. Королюк (ЦКП Многоэлементных и изотопных исследований СО РАН, Новосибирск); п.о. — предел обнаружения; н.о. — ниже предела обнаружения; Se, Ge, Cu, In ниже предела обнаружения.

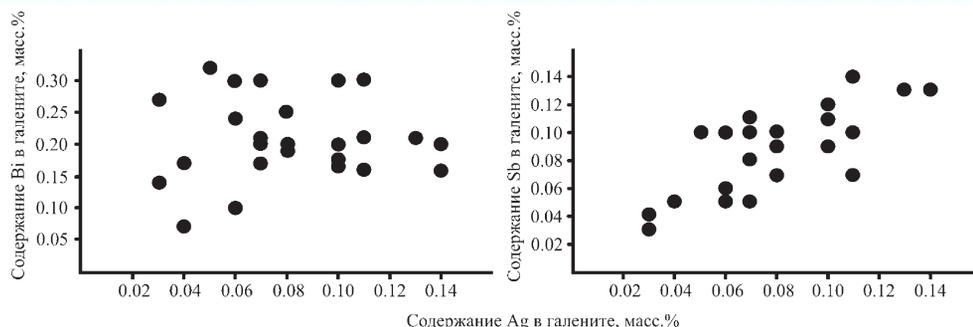


Рис. 2. Корреляционная связь серебра с сурьмой и висмутом в галенитах Лугиинского месторождения

15 масс. %), халькопирит, пирит (рис. 3а, б). *Халькопирит* чаще всего встречается в виде эмульсионной вкрапленности в периферических частях сфалеритовых скоплений с последующим образованием каемок, а также образует мелкие гнездообразные и прожилковидные скопления, ассоциирующие главным образом со сфалеритом и галенитом. *Самородное золото* наблюдалось в виде ксеноморфных интерстициальных, проволочковидных выделений (рис. 3в, г), зерен неправильной формы в сростаниях с пиритом (рис. 3д), а также в основной массе породы. По общепринятой классификации [7, 8] подавляющее число знаков самородного золота по размеру частиц (50–90 мкм) попадает в класс тонкого и пылевидного. Пробность самородного золота составляет 780–960 ‰, примесь ртути в нем — до 14 масс. %. Причем, наибольшее содержание ртути (до 14 масс. %) установлено в самородном золоте из золото-полиметаллического типа (табл. 2), в то время как для золото-пиритового типа максимальное содержание ртути в золоте не превышает 0,2 масс. %.

#### Результаты изотопных исследований

Изотопный состав серы сульфидных минералов Лугиинского месторождения, приведенный в табл. 3, достаточно однороден и варьирует в диапазоне от +7,4 до +11,7 ‰. Существенное обогащение тяжелым изотопом серы сульфидных минералов характерно не только для Лугиинского месторождения, но и для других месторождений и рудопроявлений Широкинского рудного поля. Так, для Новоширокинского месторождения наиболее низкие значения  $\delta^{34}\text{S}$  установлены в Кочковской зоне: реальгар +5 ‰; антимонит + 6,9 ‰; сфалерит +7,6 ‰, — для Тимошенского участка — от +9,3 до 10,7 ‰. Такие величины могут быть объяснены смешением сульфатной и ювенильной серы. По поводу способа вовлечения сульфата в рудный процесс высказываются различные мнения. Вероятно, высокие значения  $\delta^{34}\text{S}$  объясняются вовлечением активизированной морской воды одного из гидротермальных резервуаров [1]. Схожая картина наблюдается и во многих других полиметаллических месторождениях локализованных в вулканогенно-осадочных толщах [3, 5].

В результате исследования изотопного состава углерода карбоната рудоносных кварц-карбонатных прожилков был получен узкий диапазон значений  $\delta^{13}\text{C}$

(–0,6 до 0,1 ‰), что может свидетельствовать о едином источнике углерода.

Величины  $\delta^{18}\text{O}$  изменяются от 4,5 до 6,8 ‰ и являются несколько заниженными относительно значений гранитных магм (6–10 ‰) [11]. Более легкий состав кислорода, вероятно, обусловливается участием метеорных вод в процессе рудообразования.

Таблица 2  
Состав самородного золота, масс. %

Тип руд	№ п.п.	Ag	Cu	Au	Hg	Сумма
1	1	8,2	0	91,9	0	100,1
	2	13,7	0	85,8	0	99,5
	3	12,4	0	86,8	0	99,2
	4	8,1	0	91,6	0	99,7
	5	8,7	0	91,0	0	99,7
	6	14,2	0	85,6	0,2	100
	7	14,1	0	85,8	0,2	100,1
	8	13,6	0	86,4	0	100
2	9	14,6	0	85,5	1,9	102
	10	14,6	0	85,5	0,3	100,4
	11	14,1	0	86,0	0,2	100,3
	12	8,2	0	78,7	14,2	101,1
	13	3,0	0	96,6	0,6	100,2

Примечание: анализы выполнены на приборе JEOL JXA-8100, аналитик В.Н. Королюк (ЦКП Многоэлементных и изотопных исследований СО РАН, Новосибирск); 1 — золото-пиритовый; 2 — золотополиметаллический.

Таблица 3  
Изотопный состав S, O и C в минералах руд Широкинского рудного поля

№ п.п.	Месторождение	минерал	$\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}}$ (‰)
1	Лугиинское	пирит	10,9	—	—
2		—//—	11,3	—	—
3		—//—	11,7	—	—
4		сфалерит	7,4	—	—
5		карбонат	—	0,1	4,5
6		—//—	—	–0,6	6,8
7	Новоширокинское (Тимошенский участок)	антимонит	9,3	—	—
8		—//—	9,7	—	—
9		—//—	10,1	—	—
10		—//—	9,8	—	—
11		сульфосоль	10,7	—	—
12	Новоширокинское (Кочковская зона)	реальгар	5,0	—	—
13		антимонит	6,9	—	—
14		сфалерит	7,6	—	—

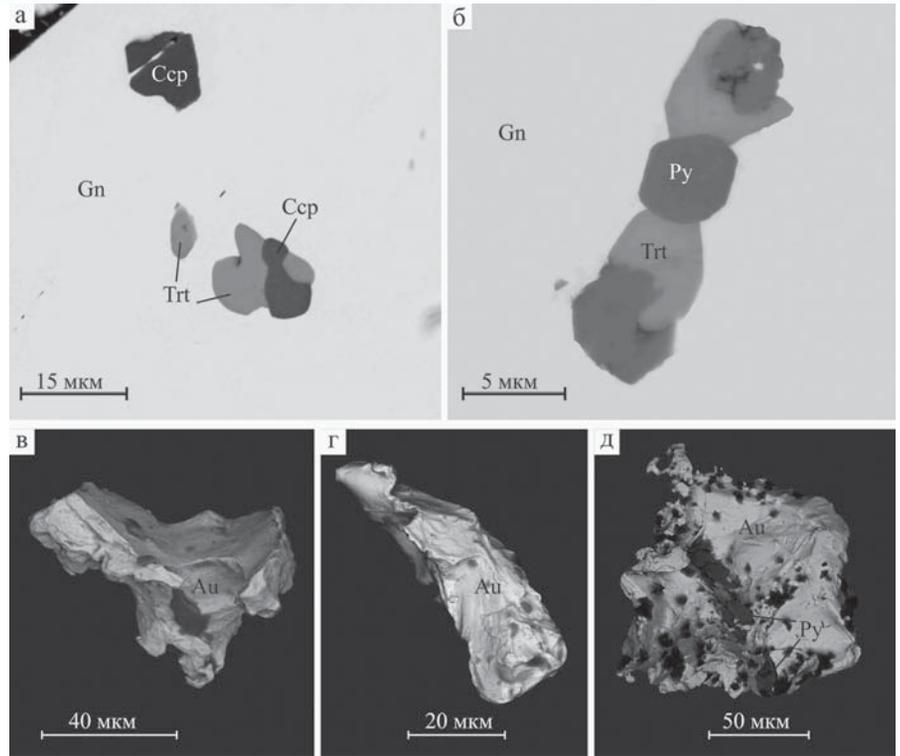
Примечание: анализы выполнены в ЦКП Многоэлементных и изотопных исследований СО РАН, Новосибирск.

### Результаты исследования флюидных включений

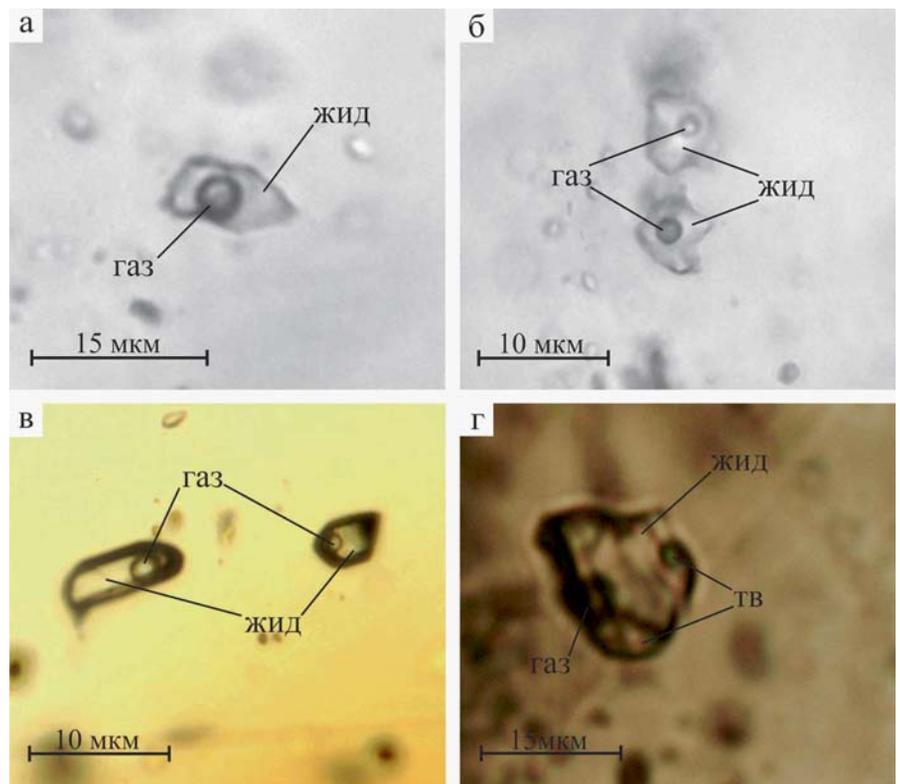
Для термобарогеохимических исследований были отобраны образцы кварц-карбонатных жил с полиметаллической минерализацией. Проводилось изучение флюидных включений в кварце и сфалерите методами криотермометрии и рамановской спектроскопии.

В кварце изучались первичные (рис. 4а) и псевдоторичные (рис. 4б) двухфазные газо-жидкие включения. Они характеризуются неправильной и овальной формой негативных кристаллов размерами от 2 до 12 микрон с долей газового пузырька 10–15 об. %. Первичные флюидные включения, встречающиеся небольшими изолированными группами в центральной части зерен или в виде единичных включений, являются среднетемпературными (180–260 °С) и слабосолеными (1,7–7,3 масс. %-NaCl-экв.). Температуры гомогенизации псевдоторичных включений изменяются от средних (190–242 °С) до низких (134–170 °С), содержание солей 0,1–1,3 (3,3) масс. %-NaCl-экв. Исследования газовой фазы с помощью Раман-спектроскопии показало присутствие водяного пара. По данным криометрии растворы являются хлоридными и карбонатно-сульфатными низкоконцентрированными [2].

Флюидные включения в сфалерите располагаются в залеченных трещинках, не распространяющихся за пределы отдельных зерен, и относятся к псевдоторичным. По морфологии различаются удлиненные и включения неправильной формы. Их размеры от 2 до 14 мкм. При оптических наблюдениях в нормальных условиях можно выделить два типа включений: двухфазные газо-жидкие (рис. 4в) и трехфазные (рис. 4г), содержащие газовый пузырек, жидкость и твердую фазу. Для двухфазных включений температуры гомогенизации составляют от 128 °С до 195 °С, а содержания солей не превышает 1,2 масс. %-NaCl-экв. Спектроскопия комбинационного рассеяния показала присутствие водяного пара в газо-



**Рис. 3. Минеральный состав Лугинского месторождения:** а — включения Ag-тетраэдрита (Trt) и халькопирита (Ccp) в галените (Gn); б — включения Ag-тетраэдрита и пирита (Py) в галените; в — интерстициальное выделение самородного золота (Au) с примесью ртути около 7 масс. %; г — проволочковидное выделение самородного золота; д — самородное золото в сростании с пиритом



**Рис. 4. Флюидные включения минерализованных кварц-карбонатных жил Лугинского месторождения:** а — первичное флюидное включение в кварце; б — псевдоторичные газо-жидкие включения в кварце; в — псевдоторичное газо-жидкое включение в сфалерите; г — псевдоторичное кристалло-флюидное включение в сфалерите

**Таблица 4**  
**Результаты крио-термометрии и Рамановской спектроскопии ФВ в минералах Лугининского месторождения**

Минерал-хозяин	кварц			сфалерит
	первичные	псевдвторичные		
Тип				псевдвторичные
Тэвт. (°С)	6–9,8; 24,5–22	н.о.	н.о.	8–4,2
Тгом. (°С)	180–260	190–242	134–170	128–195
Соленость (масс. % NaCl-экв.)	1,7–7,3	0,5–3,3	0,1–1,3	0,1–1,2
Солевой состав	хлориды Na, K; карбонаты и сульфаты Na, K, Mg	н.о.	н.о.	карбонаты и сульфаты Na, K, Mg
Состав газовой фазы	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O

*Примечание:* исследования проводились на базе Института Геологии и Минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, приборы: микротермокамера THMSG-600 фирмы Linkam и одноканальный спектрометр RAMANOR U-1000 фирмы Jobin Yvon, оборуодованный газовым Ar лазером Millennia Pro фирмы Spectra-Physics с выходной мощностью 1 Вт; н.о. — параметр не определен.

вой фазе обоих типов включений. С ее же помощью было определено, что дочерняя минеральная фаза отвечает по составу карбонату.

#### Выводы

Проведенные исследования показали, что Лугининское золотополиметаллическое месторождение относится к низко- и среднетемпературной вулканогенной формации с гидротермально-метасоматическим типом руд, сформировавшихся в приповерхностных условиях.

Рудная минерализация на месторождении, представленная пиритом, сфалеритом, галенитом, Агтетраэдритом, халькопиритом и самородным золотом, образует вкрапленность и гнезда как в основной массе измененных вулканогенно-осадочных пород, так и в секущих их кварц-карбонатных прожилках. Выделяются ранняя золото-пиритовая и поздняя золото-полиметаллическая стадии оруденения.

Рудообразование шло при падении температуры (260–130 °С) и солености (7,3–0,1 масс. %-NaCl-экв.) флюида, что, вероятно, вызвано смешением с метеорными водами. Это предположение также согласуется с данными изотопных исследований кислорода: заниженные значения  $\delta^{18}\text{O}$  (4,5–6,8 ‰) относительно магматических показателей. Солевой состав флюида претерпел изменения: первичный преимущественно хлоридный раствор эволюционировал до карбонатно-сульфатного. Достаточно высокие значения относительных изотопов серы сульфидов (7,4–11,5 ‰) могут свидетельствовать о значительной примеси сульфатной серы к ювенильной.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-35-00253 и в рамках Государственного задания, проект № 0330-2016-0001 при неопределимой помощи руководства и геологов ООО «Востокгеология».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Али, А.А. Генетическая модель формирования Ново-Широкинского золото-полиметаллического месторождения (Восточное Забайкалье, Россия) / А.А. Али // Матер. Междунар. молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2013» / Отв. ред. А.И. Андреев, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов, К.К. Андреев, М.В. Чистякова. [Электронный ресурс] — М.: МАКС Пресс, 2013.
2. Борисенко, А.С. Анализ солевого состава растворов газовой фазы включений в минералах методом криометрии / А.С. Борисенко // Использование методов термобарогеохимии при поисках и изучении рудных месторождений / Ред. Лаверов Н.П. — М: Недра, 1982. — С. 37–46.
3. Гриненко, В.А. Геохимия изотопов серы / В.А. Гриненко, Л.Н. Гриненко. — М.: Наука, 1974. — 274 с.
4. Ковалев, К.Р. Золото и серебро в рудах вулканогенных гидротермальных и гидротермально-осадочных колчеданно-полиметаллических месторождений Сибири / К.Р. Ковалев, Э.Г. Дистанов, Г.Н. Аношин, И.В. Гасков, В.А. Акимцев, М.В. Баулина // Геология и геофизика. — 2004. — Т. 45. — № 10. — С. 1171–1185.
5. Константинов, М.М. Характеристика вариаций изотопного состава серы сульфидов золотосеребряных месторождений фанерозоя / М.М. Константинов, Т.Н. Косовец // Геохимия. — 2011. — № 9. — С. 939–956.
6. Кормилицын, В.С. Полиметаллические месторождения Широкинского рудного поля и некоторые вопросы металлогении Восточного Забайкалья / В.С. Кормилицын, А.А. Иванова — М: Недра, 1968. — 176 с.
7. Николаева, Л.А. Типоморфные особенности самородного золота и их использование при геологоразведочных работах / Л.А. Николаева, С.В. Яблокова // Руды и металлы. — 2007. — № 6. — С. 41–57.
8. Петровская, Н.В. Самородное золото (общая характеристика, типоморфизм, вопросы генезиса) / Н.В. Петровская — М.: Наука, 1973. — 347 с.
9. Рамдор, П. Рудные минералы и их сростания / П. Рамдор — М.: Изд-во иностранной литературы, 1962. — 1132 с.
10. Спиридонов, А.М. Золотоносные рудно-магматические системы Забайкалья / А.М. Спиридонов, Л.Д. Зорина, Н.А. Китаев — Новосибирск: Гео, 2006. — 291 с.
11. Hoefs J. Stable Isotope Geochemistry / J. Hoefs — Springer. — 2015. — 389 p.

© Редин Ю.О., Редина А.А., Колпаков В.В., 2017

Редин Юрий Олегович // redin@igm.nsc.ru  
 Редина Анна Андреевна // redina@igm.nsc.ru  
 Колпаков Владислав Владимирович // vladk@igm.nsc.ru

УДК 553.068.57

#### Никифоров Ю.А. (СКФ ФБУ «ТФИ по ЮФО»)

### ВЫЯВЛЕНИЕ ПОГРЕБЕННЫХ МЕТАЛЛОНОСНЫХ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОСТОЧНОГО СТАВРОПОЛЯ

*Охарактеризовано состояние промышленного освоения существующих месторождений вольфрама на Северном Кавказе. Предложено новое направление по выявлению погребенных металлоносных россыпных месторождений с перспективой их освоения скважинной гидродобычей. На основе анализа и обработки архивных материалов по скважинам приведены сведения о выявлении в Восточном Ставрополье протяженных (свыше 100 км) погребенных вольфрамоносных россыпей в палеорусловых отложениях третичного возраста на глубинах 300–550 м. Приведены их пространственные параметры и содержания вольфрама (0,05–1 ‰). Дана предварительная оценка про-*