

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 552.323:553.45

Б.Н. Абрамов

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РУДОНОСНОСТЬ ФЛЮИДНО-ЭКСПЛОЗИВНЫХ БРЕКЧИЙ ШЕРЛОВОГОРСКОГО ОЛОВО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Образование флюидно-эксплозивных брекчий Шерловогорского месторождения связано с процессами формирования в континентальной обстановке в значительной степени дифференцированной (Rb/Sr колеблется от 10,65 до 16,85) интрузии кварцевых порфиров. В верхних горизонтах месторождения развито оловянное оруденение, образованное при формировании эксплозивных брекчий, в нижних горизонтах месторождения – полиметаллическое оруденение.

Ключевые слова: флюидно-эксплозивные брекчии; кварцевые порфиры; олово-полиметаллическое оруденение.

Интенсивные поисково-разведочные работы на Шерловогорском олово-полиметаллическом месторождении были начаты в 30-е годы прошлого столетия. Несмотря на большой объем проведенных работ некоторые вопросы условий формирования олово-полиметаллических руд остаются недостаточно изученными. Известно, что основное оловянное оруденение на месторождении локализовано во флюидно-эксплозивных брекчиях (ФЭБ). Под ФЭБ понимаются флюидно-эксплозивные тела, сложенные брекчиями, образованными в результате подземных эксплозий, являющихся следствием скачкообразного перепада давления воды и газа [1]. Ранее выявлено, что ФЭБ относятся к числу наиболее поздних дифференциатов интрузивных образований [2]. Установлено, что на заключительных стадиях кристаллизации магматического расплава в субвулканических условиях происходит накопление летучих в апикальных частях магматических камер. В последующем при тектонических процессах или под давлением газовой флюидности пород происходит нарушение сплошности пород с образованием зон эксплозивных брекчий [2].

Шерловогорское олово-полиметаллическое месторождение располагается в зоне Восточно-Агинского глубинного разлома. Месторождение приурочено к ФЭБ, развитой в интрузии кварцевых порфиров раннемелового возраста [3] (рис. 1). Абсолютный возраст кварцевых порфиров составляет 136–153 млн лет, что соответствует поздней юре – раннему мелу [4]. Предшествующими исследователями кварцевые порфиры Шерловогорского месторождения (сопка Большая) описаны как онгониты, являющиеся крайними дифференциатами Li-F гранитов [5]. Для выявления степени дифференциации гранитов используются разные соотношения элементов. К числу наиболее используемых значений относятся Rb/Sr отношения. Установлено, что отношения $Rb/Sr < 0,3$ характерны для примитивных гранитов, $Rb/Sr > 0,3$ свойственны для всех редкометалльных и дифференцированных гранитов I и S типов [6]. Анализ Rb/Sr отношений свидетельствует о том, что наиболее дифференцированными гранитами являются кварцевые порфиры Сопки Большой, где значения этих соотношений колеблется от 10,65 до 16,85. Менее дифференцированы граниты кукульбейского комплекса (таблица).

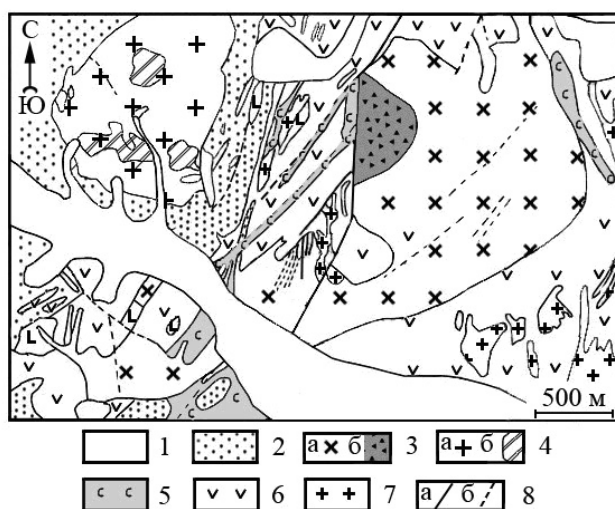


Рис. 1. Схема геологического строения Шерловогорского олово-полиметаллического месторождения (построена с использованием данных В.А. Гущина, 1981): 1 – четвертичные отложения; 2 – каменноугольная песчано-сланцевая толща; 3 – меловые интрузии: а) кварцевые порфиры, б) эксплозивные брекчии; 4 – юрские интрузии кукульбейского комплекса (Шерловогорский массив): а) мелкозернистые граниты, б) крупнозернистые порфировидные граниты; 5 – палеозойские серпентиниты; 6 – палеозойские диориты; 7 – палеозойские плагииграниты; 8 – тектонические нарушения: а) достоверные, б) предполагаемые

Содержания петрогенных компонентов (%), редких и рудных элементов (г/т) в кварцевых порфирах и ФЭБ Шерловогорского олово-полиметаллического месторождения

Элемент	Проба								
	417	425	426	427	432А	433	433-1	433-2	433-3
SiO ₂	35,50	73,00	77,40	73,70	76,80	74,80	45,40	64,00	32,50
TiO ₂	0,09	0,14	0,07	0,09	0,02	0,02	0,10	0,03	0,57
Al ₂ O ₃	32,00	12,50	12,05	12,00	13,80	13,50	10,60	5,75	7,75
Fe ₂ O ₃	9,25	0,44	0,25	0,26	0,83	0,90	16,36	16,59	28,94
FeO	3,38	1,37	1,21	2,34	0,39	0,82	н/опр.	1,29	н/опр.
MnO	0,09	0,04	0,04	0,05	0,03	0,04	14,15	0,02	16,80
MgO		0,17	0,07	0,08	0,40	0,13	1,64	0,26	0,96
CaO	0,62	1,13	0,39	0,78	0,25	0,50	0,38	0,63	0,35
Na ₂ O ₃	1,80	3,30	0,25	2,28	0,08	2,24	0,63	0,36	0,31
K ₂ O	0,06	5,54	6,32	5,63	3,87	4,48	0,34	1,06	0,58
P ₂ O ₅	0,06	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,66	0,44	1,01
ппп	3,21	1,45	1,75	2,00	2,64	1,75	5,58	8,02	7,68
Σ	90,06	99,10	99,83	99,24	99,11	99,16	95,84	98,45	97,45
Zn	150	79	69	415	419	650	3200	310	8300
W			350	390	200	390	900		
As	380	196	175	210	17	13	5000	4400	7300
Pb	560	34	266	59	160	965	600	680	580
Rb	7	324	490	390	290	330	52	83	66
Sr	130	49	29	28	8	31	420	27	530
Y	83	47	31	50	60	51	120	11	260
Zr	130	147	110	136	59	105	28	37	120
Nb	66	29	17	28	39	82	8,2	4,2	8
Mo	2	1,5	1,2				15		24
Sn	160	5,7	16	10	112	71	43	5100	56
Sb	16		3,4		20	34	170		370
Ba	12	195	184	150	230	200	9000	160	3150
La		44	30	49					
Ce	5	93	63	100	6	6	30	6	18
Cu							1700	5760	880
Au	0,12	0,005		<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Rb/Sr	0,05	6,61	16,89	13,93	36,25	10,65	0,12	3,07	0,12

Примечание. Анализы выполнены в аналитическом центре Геологического института СО РАН (г. Улан-Удэ). Пробы: 417 – кварцево-турмалиновый метасоматит (Турмалиновый отрог); 425 – гранит кукульбейского комплекса J₃; 426-433 – кварцевые порфиры K₁; 433-1 – 433-3 – взрывчатые брекчии. Силикатные анализы выполнены стандартным методом (аналитик А.А. Цыренова); редкие и рудные элементы (аналитик Б.Ж. Жалсарев) – рентген-флуоресцентным методом в аналитическом центре Геологического института СО РАН (г. Улан-Удэ). Содержание золота определено сцинтилляционным методом (аналитик Б.Н. Балданжапов) (ЗабНИИ, г. Чита).

Кварцевые порфиры представляют собой светлые, желтовато-серые породы с включениями вкрапленников, состоящих из округлых выделений кварца, реже чешуек биотита.

Анализ диаграммы Rb – (Y+Nb) свидетельствует о формировании пород в континентальной обстановке (рис. 2). На дискриминационной диаграмме

FeO*/(FeO*+MgO) – SiO₂ кварцевые порфиры ложатся в поле гранитоидов, связанных с рифтами и гранитоидами континентальных эпиорогенных поднятий, юрские граниты Шерловогорской интрузии – в поле посторогенных гранитов; гранитоидов, связанных с рифтами, и гранитоидов континентальных эпиорогенных поднятий (рис. 3).

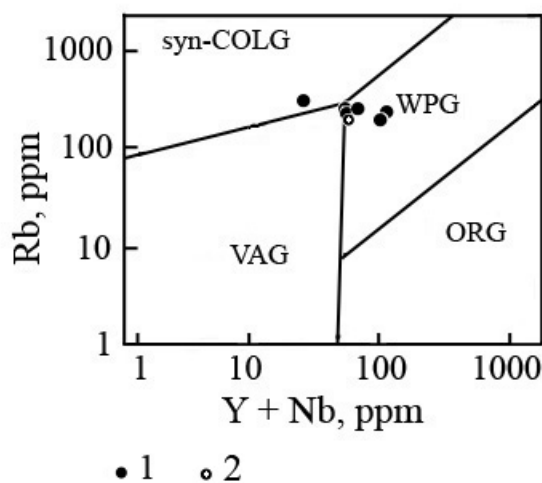


Рис. 2. Дискриминационная диаграмма Rb – (Y+Nb) для гранитов Дж. Пирса [7].
VAG – граниты вулканических дуг, syn-COLG – коллизионные граниты,
WPG – внутриплитные граниты, ORG – граниты океанических хребтов

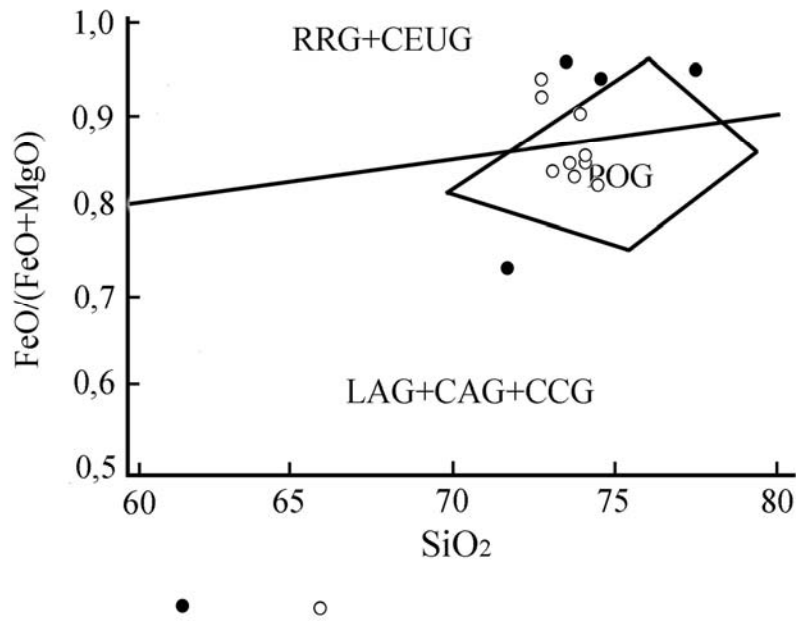


Рис. 3. Дискриминационная диаграмма $FeO^*/(FeO^*+MgO) - SiO_2$ для разделения гранитов различных геодинамических обстановок. Поля на диаграммах: LAG, CAG – гранитоиды островных дуг; CCG – гранитоиды обстановок континентальной коллизии; POG – посторогенные граниты; RRG – гранитоиды, связанные с рифтами; CEUG – гранитоиды континентальных эпирогенных поднятий [8].
1 – меловые кварцевые порфиры, 2 – юрские граниты Шерловогорской интрузии (силикатные анализы заимствованы из материалов территориальных геологических фондов, г. Чита)

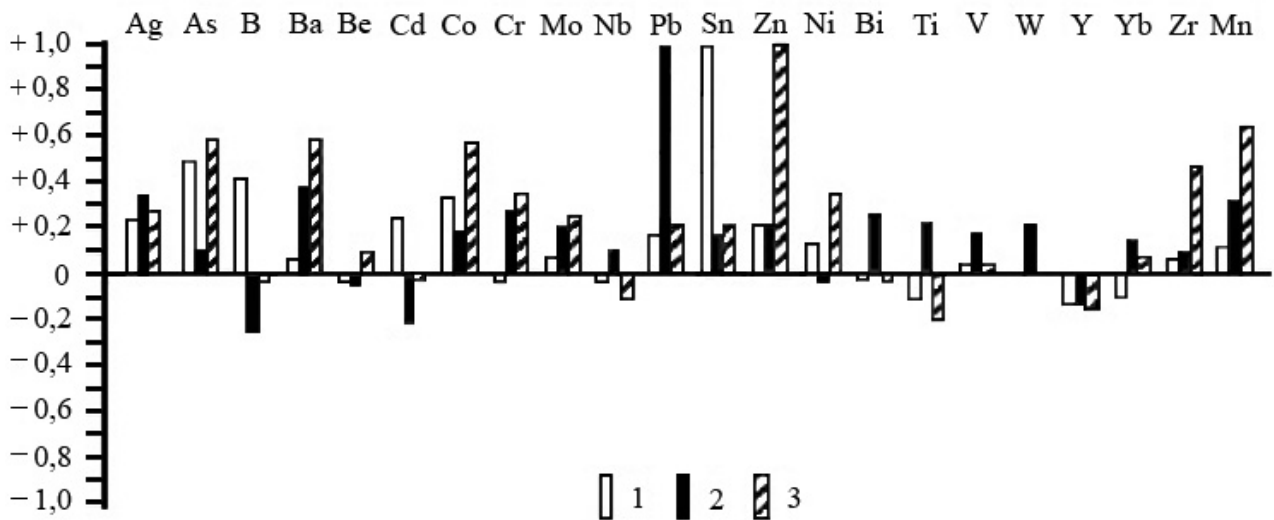


Рис. 4. Диаграмма коэффициентов парной корреляции Pb, Zn и Sn с другими элементами. Значения коэффициентов парной корреляции: 1 – олова; 2 – свинца; 3 – цинка

Анализ дискриминационных диаграмм указывает на формирование кварцевых порфиров и гранитов Шерловогорской интрузии в континентальной обстановке в посторогенных условиях.

На Шерловогорском месторождении преобладает штокверковый тип минерализации. При этом в верхней, практически отработанной части месторождения, оловянное оруденение было локализовано в кварцевых порфирах и эксплозивных брекчиях. По форме брекчиевое тело представляет собой перевернутый конус, вытянутый вдоль меридионального разлома, при длине 230 м, ширине – 80 м. Вершина конуса брекчиевого тела уходит на глубину до 230 м. Обломки и цемент

брекчий представлены в основном кварцевыми порфирами. Размер обломков составляет 1–3 см, цемента – 1,0–0,3 мм. Часто цемент брекчий имеет кварцево-турмалиновый состав. Редко в составе обломков встречаются граниты, гранит-порфиры, диориты.

Оловянная минерализация представлена преимущественно мелкорассеянной вкрапленностью касситерита, жилами и прожилками касситерита [9]. Установлено, что наиболее распространенными рудными минералами являются арсенопирит, халькопирит, сфалерит, пирит. Реже встречаются марказит, пирротин, галенит, ильменит, касситерит. К числу редких минералов относятся висмутин, блеклая руда, тетрадимит, леллингит.

Вторичные рудные минералы представлены гидроокислами железа, скородитом, ковелином, азуритом, гидроокислами железа, церусситом.

В нижней части месторождения, представленной породами базитового субстрата (габбро, диоритами, диабазами, базальтами с подчиненными прослоями серпентинитов), преобладает свинцово-цинковая минерализация.

По данным предшествующих исследователей, рудный штокверк сопки Большой был ориентирован вдоль Меридионального разлома. Размер штокверковой зоны на поверхности был 900 м × 400 м. На глубину шло выклинивание штокверковой зоны. На верхних горизонтах рудный штокверк располагался в зоне контакта взрывных брекчий и кварцевых порфиров с габбро-диабазами. По содержанию олова были выделены обогащенные участки, имеющие характер рудных столбов. На нижних горизонтах месторождения в составе руд основными компонентами становятся свинец и цинк, уменьшаются содержания олова. Оруденение здесь приурочено к трещинно-жильным зонам северо-восточного простирания. Выявлено, что в турмалине из кварцевых порфиров верхних горизонтов месторождения отношение Fe^{+2}/Fe^{+3} составляет 0,2, тогда как в турмалине из диоритовых порфиритов нижних горизонтов это соотношение составляет 0,07 [10]. Это свидетельствует о более восстановительной обстановке образования турмалина в нижних горизонтах месторождения.

На условия образования минерализации Шерловогорского месторождения нет единой точки зрения. Так, Д.О. Онтоев выделяет четыре стадии минералообразования: 1) грейзеновую; 2) кварц-касситерит-турмалиновую; 3) сульфидно-касситерит-хлоритовую; 4) карбонат-галенит-сфалеритовую. Все стадии он связывает с юрским Шерловогорским массивом, считая кварцевые порфиры более ранними нерудоносными образованиями [11]. В.Д. Сазонов и А.И. Кулагашев считают, что олово-полиметаллическое оруденение

формировалось в два этапа. Оруденение первого этапа они связывают с кварцевыми порфирами, оруденение второго этапа развито во всех петрографических разностях пород [12]. В.Ф. Барабашев считает, что формирование Шерловогорского месторождения происходило в два этапа. В первый этап формировалось редкометалльное оруденение в пределах юрского Шерловогорского гранитного массива и его экзоконтактов, во второй этап формировалось олово-полиметаллическое оруденение, связанное с кварцевыми порфирами [13].

Корреляционный анализ выявил относительно тесные связи олова с арсенопиритом ($r = 0,48$), бором ($r = 0,41$) (см. рис. 2). Тесная связь олова с бором свидетельствует о том, что оловянная минерализация связана с образованием флюидно-взрывных брекчий, где кварцево-турмалиновая минерализация относится к числу основных составляющих цемента. Свинец и цинк не образует между собой и оловом тесных корреляционных связей. Это можно объяснить тем, что оловянное и полиметаллическое оруденения образованы в различных условиях и имеют разные источники, последнее подтверждается приуроченностью оловянного оруденения к трещинно-жильным зонам меридионального простирания, а полиметаллического оруденения – к трещинно-жильным зонам северо-восточного простирания. Кроме этого, в турмалинах верхних и нижних горизонтов месторождения отмечаются различные значения отношений Fe^{+2}/Fe^{+3} .

Таким образом, оловянное оруденение Шерловогорского месторождения связано с формированием ФЭБ, являющихся крайними дифференциатами кварцевых порфиров, образованных в континентальной обстановке. Оловянное оруденение, образованное в близповерхностных условиях, тесно связано с формированием ФЭБ; полиметаллическое оруденение образовано в восстановительных условиях, его источниками, вероятнее всего, являются породы базитового субстрата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Туговик Г.И. Флюидно-взрывные структуры и их рудоносность. М.: Наука, 1984. 193 с.
2. Таусон Л.В. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитов. Л.: Недра, 1977. 280 с.
3. Гайворонский Б.А. Шерловогорское месторождение // Месторождения Забайкалья. М.: Геоинформмарк, 1993. Т. 1, кн. 1. С. 130–133.
4. Духовский А.А. и др. Объемное геологическое картирование редкометалльных рудных районов. М.: Недра, 1981. 337 с.
5. Антинин В.С., Гайворонский Б.А., Сапожников В.П., Писарская В.А. Онгониты Шерловогорского района (Восточное Забайкалье) // Доклады АН СССР. 1980. Т. 253, № 1. С. 228–232.
6. Костицын Ю.А. Накопление редких элементов в гранитах // Природа. 2000. № 2. С. 26–34.
7. Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // Petrol. 1984. Vol. 25. P. 956–983.
8. Интерпретация геохимических данных: Учеб. пособие / Под ред. Е.В. Складорова. М.: Инжиниринг, 2001. 288 с.
9. Кулагашев А.И. О магматогенных брекчиях Шерловой горы и связанной с ними рудной минерализации // Материалы III научной конференции ЗабНИИ. Чита, 1968. С. 60–71.
10. Доломанова Е.И. Свинцово-цинковая минерализация на некоторых касситерито-кварцевых сульфидных месторождениях Восточного Забайкалья // Труды ИГЕМ. 1963. Вып. 83. С. 468–505.
11. Онтоев Д.О. Стадийность минералообразования и зональность месторождений Забайкалья. М.: Наука, 1974. 244 с.
12. Сазонов В.Д., Кулагашев А.И. Минералого-геохимические особенности и условия формирования оловянно-полиметаллического оруденения сопки Большой // Вопросы региональной геологии и металлогении Забайкалья. Чита. 1971. Вып. 7. С. 54–58.
13. Барабанов В.Ф. Минералогия вольфрамовых месторождений Забайкалья. Л.: ЛГУ, 1975. 285 с.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 3 февраля 2011 г.