

В Малханском поле богатые Вi и Рb турмалины отмечены исключительно в одном из них – жила Западная-1. Вi обнаружен в розовой и бледно-зеленой зоне, а Рb – в красной зоне полихромных кристаллов, имеющих монообласти ювелирного качества. Вi и Рb фиксируются по всей площади изученных зерен турмалинов. Вариации концентраций Вi₂О₃ в пределах зерен одного образца невелики, тогда как различия между турмалинами разной окраски значимы. Максимальное содержание Вi₂О₃ составляет 0,55 мас. % [4]. В целом, халькофильные элементы для кислых ассоциаций, в том числе, для турмалинов гранитных пегматитов, не характерны. Однако, отдельные случаи, безусловно, имеются. Тем интереснее полученные нами новые данные о высоковисмутовых и свинцовосодержащих турмалинах жил «Иркутянка» и «Геологическая» Малханского месторождения. По данным рентгенофлуоресцентного анализа (РФА, 2024 г.) содержания висмута в желтых, розовых, малиновых и вишневых участках зональных и полихромных турмалинов, а также в монохромных небольших кристаллах, достигают в среднем 4000–4600 ppm, а в бледно-зелёных («мятных») – до 9500 ppm (рис. 4). Интересно, что «мятные» турмалины менее кремнистые, содержат меньше Al и Са, в них значительно больше серы (до 1500 ppm) по сравнению с «цветными» аналогами. Данные РФА подтверждаются и электронно-зондовыми анализами тех же образцов (МГУ, 2024 г.). Содержания свинца в высоковисмутовых «мятных» турмалинах жилы «Иркутянка» в среднем ниже, чем в желтых, розовых и малиновых разностях эльбаитов, и, конечно, меньше, чем в шерл-дравитах. Наблюдается корреляция содержаний висмута и свинца как в «цветных», так и в «мятных» турмалинах (рис.5).

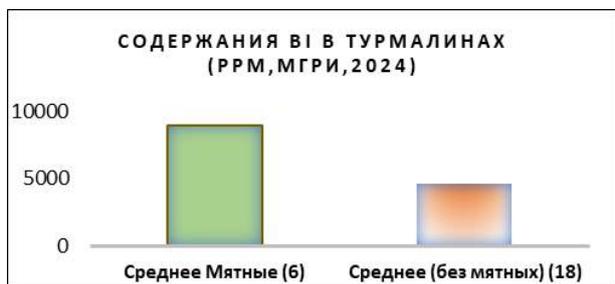


Рис. 4. Содержания Вi в турмалинах жил «Иркутянка» и «Геологическая» (Малханское месторождение) (ppm, МГРИ, 2024)

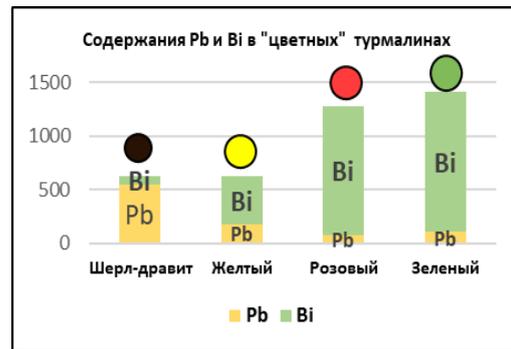


Рис. 5. Соотношение количества Рb и Вi в турмалинах жил «Иркутянка» и «Геологическая» (Малханское месторождение) (ppm, МГРИ, 2024)

Этот процесс связан с замещением свинца висмутом, что неоднократно наблюдается и в аксессуарных висмутосодержащих минералах редкометалльных пегматитов [3]. Данные наших исследований показали повышенное содержание в турмалинах свинца и висмута. Можно предположить, что в калишпатах жил «Иркутянка» и «Геологическая» рассеивается достаточное количество висмута и свинца, они также входят в состав аксессуарных тантало-ниобатов. Остаточное количество Вi и Рb обогащая расплав-флюид, попадает в более поздние полихромные и зональные турмалины, где Na⁺ и Са²⁺ изоморфно замещаются на Рb²⁺, и позже на Вi³⁺ при обязательной компенсации зарядов.

Литература

1. Загорский В. Е. Малханское месторождение турмалина: типы и природа миарол // Доклады Академии наук. – 2010. – Т. 431. – № 1. – С. 181–184.
2. Загорский В. Е., Перетяжко И.С. Пегматиты с самоцветами Центр. Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1992. – 224 с.
3. Источники магм и изотопная (Sr, Nd) эволюция редкометалльных Li-F гранитоидов / Коваленко В.И., Костицын Ю.А., Ярмолюк В.В., Будников С.В., Ковач В.П., Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Антипин В.С. // Петрология. – 1999. – Т. 7. – № 4. – С. 401–429.
4. Перетяжко И. С., Загорский В.Е. Уникальная висмутовая минерализация миароловых пегматитов Малханского поля // Минералогия и генезис пегматитов. Мат-лы IV Всес. совещания (часть I). Миасс. – 1991. – С.48–50.
5. Пшеничный, М. И. Полихромность минералов группы турмалина // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2020. – № 2. – С. 269–274.

ВИСМУТОВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В МОГОЧИНСКОМ ЗОЛОТОРУДНОМ РАЙОНЕ (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

Шульгатая И.В.

Научный руководитель доцент Е.А. Синкина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Висмутовая минерализация встречается во многих золоторудных и других месторождениях [2, 5, 7]. С ней часто связано золото, образующееся совместно или близко по времени.

Могочинский район Забайкальского края является перспективным на обнаружение новых золоторудных месторождений [4]. Он расположен в северо-восточной части Восточного Забайкалья и в структурном отношении находится в юго-западной части Становой складчатой области, Урюмо-Нюкжинской зоны, центральной части Могочинского выступа

СЕКЦИЯ 2. РУДООБРАЗУЮЩИЕ СИСТЕМЫ: ПРОБЛЕМЫ МИНЕРАЛОГИИ, ГЕОХИМИИ И ПЕТРОЛОГИИ

архейских пород [4]. Также район входит в рудную зону золото-медно-молибденового пояса Восточного Забайкалья, на территории которого расположено месторождение Наседкино (Малоурюмское), в настоящее время обрабатываемое золотодобывающей компанией Мангазая Майнинг [3], а также другие объекты – месторождения Ключевское и Итакинское (Сурьмяная горка).

На территории района развиты породы «Архейской глыбы», представленные ультраметаморфизованными пироксен-гранатовыми и калишпат-плагноклазовыми гнейсами. [1]. Породы прорваны разновозрастными интрузиями, преимущественно позднепалеозойскими и юрскими гранитами, грано-сиенитами и сиенитами. В позднеюрское время протекал активный вулканизм, и территория архейской глыбы частично перекрыта диорит-порфирами и туфами кислого состава. Вся зона распространения архейской глыбы характеризуется крайне интенсивными процессами карбонатизации, гранитизации, беритизации и серицитизации. Известны зоны образования скарноподобных пород, генезис которых пока остаётся спорным [6].

Материалом для исследования были небольшие кусочки штучных проб с видимой сульфидной минерализацией, отобранные во время поисковых работ в ходе прохождения производственной практики. Из них были изготовлены полированные шлифы. Минераграфические исследования проводились на рудном микроскопе Zeiss Imager 2m. Для диагностики более тонких фаз использовался сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N, оснащённый приставкой для рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного анализа Vtaker x@flash 5010. Ускоряющее напряжение для СЭМ съёмки и анализа 20 кВ.

В ходе исследования удалось установить, что сульфидная минерализация гнездово-вкрапленного или прожилкового характера с общим количеством сульфидов до 3–5 %. Вкрапленность мелко-среднезернистая (от 0,02 до 2 мм), реже – тонко- и крупнозернистая, распределение неравномерное. Преобладающим минералом является **пирит**, часто образующий идиоморфные кристаллы в кварц-карбонатных прожилках. В значительно меньших количествах присутствуют халькопирит, борнит и минералы висмута. **Халькопирит** встречается в виде аллотриоморфнозернистых агрегатов, заполняющих межкристаллическое пространство в зернах пирита, а также в сростании с борнитом в форме вкрапленной минерализации в скарноподобных породах. **Борнит** всегда ассоциирует с халькопиритом и образует с ним сростания или структуру распада твердого раствора.

Таблица

Химический состав минералов висмута в мас. %

Минерал	Pb	Bi	S	Te	Se	Сумма	Формула
Козалит	40,08	45,43	14,47	–	–	99,98	Pb _{1,78} Bi _{2,00} S _{4,15}
	41,78	44,22	13,99	–	–	99,99	Pb _{1,90} Bi _{2,00} S _{4,12}
Тетрадимит	–	62,37	7,07	30,23	0,31	100	Bi _{2,00} (Te _{1,58} Se _{0,02})S _{1,47}
	–	61,34	6,82	31,56	0,25	100	Bi _{2,00} (Te _{1,68} Se _{0,02})S _{1,45}

Cosalite Pb₅Bi₂S₅

Tetradymite Bi₂(TeSe₂)S

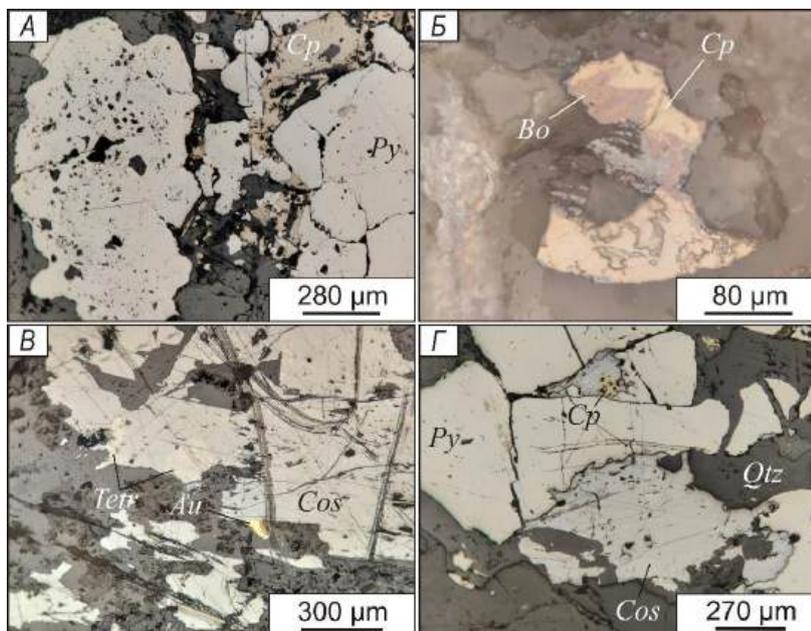


Рис. 1. Рудная минерализация. А – крупные идиоморфные кристаллы пирита в ассоциации с халькопиритом; Б – вкрапления медной минерализации (халькопирит в сростаниях с борнитом); В – крупные листоватые зерна козалита в сростании с золотом и с вкраплениями тетрадимита; Г – крупные кристаллы пирита в кварцевой прожилке в ассоциации с козалитом
Py – пирит, Cp – халькопирит; Bo – борнит; Tetr – тетрадимит; Cos – козалит; Qtz – кварц

Стадия \ Минерал	1	2	3
Пирит	■		
Борнит		■	
Халькопирит		■	■
Козалит			■
Тетрадимит			■
Сам. золото			■

Рис. 2. Минеральные ассоциации

Минералы висмута представлены *козалитом* и *тетрадимитом*. Минералы находятся в сростаниях друг с другом. Козалит (cosalite) образует вытянутые листообразные кристаллы размером до 4 мм с характерными занозистыми окончаниями зерен. В отраженном свете характеризуется светло-серым цветом, имеет слабое двуотражение и умеренную анизотропию в блеклых тонах. В козалите отчетливо отмечается тетрадимит (tetradymite), обладающий желтоватым оттенком, слабым двуотражением и ясными эффектами анизотропии в голубовато-серых тонах. Химический состав минералов приведен в таблице.

Самородное золото было диагностировано

в сростании с козалитом. По данным рентгеноспектрального анализа в своем составе содержит только серебро в количестве 10,275 мас. %.

Проведенные исследования показали, что в Могочинском золоторудном районе присутствуют разновременными минеральные ассоциации, относящиеся к различным стадиям гидротермального процесса, а именно медная и золоторудная (висмутовая). Поскольку формирование минерализации висмута связано с теми же процессами метасоматического преобразования пород, что и минерализации золота, то находки серебряно-висмутовой минерализации можно рассматривать как положительный поисковый признак при поисковых работах на золото в регионе.

Литература

1. Быбин Ф. Ф. Могочинско-Карийский золоторудный район (Восточное Забайкалье) / Ф.Ф. Быбин, В.З. Багова // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – № 1. – С. 78–84.
2. Гармаев Б.Л. Золото-теллуридный и золото-висмутовый минеральные типы оруденения западного фланга Боксон-Гарганской металлогенической зоны (Восточный Саян): Автореф. дис... канд. геол.-мин. наук. / Гармаев Батор Леонидович. – Новосибирск, 2011. – 16 с.
3. Компания Mangazeya Mining Ltd. Месторождения Наседкино и Савкинское [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.mangazeyamining.ru/projects/nasedkino>
4. Корчагина Д.А. Перспективы выявления новых полиметаллических месторождений в Забайкалье / Д.А. Корчагина // Отечественная геология. – 2020. – № 3. – С. 18–46.
5. Корчагина Д.А. Состояние и прогноз развития минерально-сырьевой базы золота Забайкальского края / Д.А. Корчагина // Отечественная геология. – 2019. – № 1. – С. 3–13.
6. Лейфман Е.М. Объяснительная записка к геологической карте N-50-XXIV / Е.М. Лейфман, В.П. Кирилюк, А.А. Сиворонов. – Изд-во ВСЕГЕИ Ленинград, 1965. – 37 с.
7. Лотина А.А. Висмут-теллуровая минерализация участка Болотистый (Северо-Западный Сихотэ-Алинь) / А.А. Лотина // Тихоокеанская геология. – 2011. – Т. 30. – № 1. – С. 97–107.

ГРАНИТОИДЫ ВОЗВЫШЕННОСТИ МЕДВЕДЕВА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Якимов Т.С.

Научный руководитель доцент, д.г.-м.н. Р.Б. Шакиров
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
г. Владивосток, Россия

Включения гранитоидов нередко встречаются в составе эруптивных брекчий и в виде включений в вулканических породах жерловой фации вулканов, что играет исключительно, важную роль в установлении геодинамической обстановки. В Японском море данные гранитоиды известны на возвышенности Медведева [3].

Японское море – окраинное море, расположенное между Евразийским континентом и островами Сахалин, Хокайдо и Хонсю. Проливами Невельского и Лаперуза сообщается с Охотским морем, проливом Цугару с Тихим океаном и Корейским проливом с Восточно-Корейским морем. Половину площади занимает Центральная глубоководная котловина, к которой примыкают также глубокие впадины – Хонсю и Цусимская разделенные подводными возвышенностями [1].

Возвышенность Медведева представляет собой вулканическую постройку конусообразной и овальной формы, вытянутой в северо-восточном направлении, подошва которой расположена на глубине 3000 м, а вершина на 1100 м (рис. 1). Длина основания составляет порядка 17 км при ширине в 12 км. Склоны расчленены ложбинами, радиально расходящимися от ее вершины. Возвышенность слагают следующие вулканические породы: базальты, андезито-базальты, андезиты, трахиандезиты, трахидациты, эруптивные брекчии и туфы. В составе эруптивных брекчий и в виде включений в вулканических породах жерловой фации возвышенности встречаются гранитоиды, представленные кварцевыми диоритами, гранодиоритами, биотитовыми гранитами и плагиогранитами [3].