

УДК 553.411.071

**А.В. Сначёв¹, А.В. Коломоец², М.А. Рассомахин³,
В.И. Сначёв¹, Р.С. Кисиль⁴**

¹Институт геологии УФИЦ РАН, г. Уфа

²Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

³Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и
геоэкологии УрО РАН, Институт минералогии, Миасс

⁴ООО «Золото Удинска»

ТУРМАЛИНОВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В УГЛЕРОДИСТЫХ СЛАНЦАХ ПРОЯВЛЕНИЯ БАЙКАЛ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

В статье рассмотрено геологическое строение проявления Байкал, расположенного в пределах Кумакского рудного поля и приуроченного к черносланцевым отложениям брединской свиты (C₁bd). Установлено, что золоторудная минерализация в пределах проявления приурочена преимущественно к пачкам кварц-слюдисто-турмалиновых метасоматически измененных углеродистых сланцев. Золото здесь отмечено в сростании с турмалином. По своему химическому составу турмалины относятся к дравиту и фойтиту и близки к таковым орогенных золотых и золото-сульфидных месторождений. Тесное сростание тонкого игольчатого турмалина и золота указывает на синхронность их образования и позволяет отнести проявление Байкал к кварцево-турмалиновой золоторудной формации.

Ключевые слова: Южный Урал, Кумакское рудное поле, проявление Байкал, углеродистые сланцы, черные сланцы, благородные металлы, золото, турмалин.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2021.217

Черносланцевые отложения широко распространены во всем мире и представляют собой весьма благоприятную геохимическую среду для первичной хемогенной сорбции благородных и редких металлов, а также являются их источником в ходе метаморфических преобразований [2-4]. С ними связаны крупные золоторудные месторождения по всему миру, а также серия проявлений и месторождений на Южном Урале [1, 6, 9, 10].

В Оренбургской части Южного Урала примером золоторудного объекта в углеродистых толщах является Кумакское рудное поле, приуроченное к раннекаменноугольному Аниховскому грабену Восточно-Уральского поднятия. В его пределах выявлено несколько десятков золотых месторождений и проявлений (Восточно-Тыкашинское,

Коммерческое, Забайкальское, Байкал, Кумакское и др.). Золотое проявление Байкал приурочено к углеродисто-карбонатно-терригенным отложениями брединской свиты (C_1bd) и расположено в двух километрах севернее Кумакского месторождения. В разрезе свиты преобладают углеродсодержащие терригенно-осадочные образования: алевролиты, углеродисто-глинистые сланцы и песчаники, образующие мощную рудовмещающую пачку шириной 70-140 м и протяженностью около 20 километров. В основании разреза в подчиненном количестве отмечены эффузивы дацитовых и андезитовых порфиритов и их туфов. Возраст отложений брединской свиты установлен по определениям фораминифер в прослоях известняков, остаткам микрофауны и спор древних папоротников, каламитов и других растений. На глубине углеродистые сланцы прорываются интрузией кварцевых диоритов кумакского комплекса (δC_1k), протягивающейся вдоль всей рудной зоны.

Черные сланцы в зависимости от состава и соотношения слагающих их компонентов подразделяют на серицито-кварцево-углеродистые, кварцево-углеродисто-турмалиновые, оттрелито-углеродистые и кварцево-углеродисто-оттрелитовые. Их минеральный состав включает кварц (до 40%), серицит (5-10%), углеродистые вещество (до 50%), карбонаты (5-10%) и сульфиды (до 5%). В незначительном количестве присутствуют мусковит и хлорит.

Кумакское рудное поле характеризуется большим разнообразием золоторудной минерализации, а также сложным полиформационным типом оруденения [5], которое приурочено преимущественно к пачкам кварц-слюдисто-турмалиновых метасоматически измененных углеродистых сланцев. Изменения выражены развитием полос серицита, перекристаллизацией и обособлением кварца в жилы и прожилки различной мощности, турмалинизацией, развитием карбоната, ожелезнения. Богатые рудные зоны отмечены в местах пересечения меридиональных Восточно-Аниховских разломов и оперяющих их трещин с разрывами север – северо-восточного и северо-западного направлений [7].

Для проявления Байкал характерно постоянное содержание турмалина в углеродистых сланцах. Он является одним из главных минералов на объекте и встречается на всем протяжении от Кумакского до Коммерческого месторождения. На рудном поле за пределами углеродистой пачки в метаморфизованных осадочных и эффузивных породах турмалин встречается крайне редко и в небольших количествах. Его содержание в углеродистых сланцах колеблется от единичных зерен

до 15-20%, поднимаясь, в редких случаях, до 60-70%. Максимальное количество приурочено к существенно серицитовым и оттрелитовым породам, образовавшимся при метаморфизме наиболее тонких глинистых осадков. С появлением в породе псефитовых кварцевых обломков и увеличении в ней содержания кварца количество турмалина резко падает, также небольшое количество турмалина характерно для углеродистых песчаников и известняков. В первых его содержание пропорционально количеству серицита в цементе, в известняках турмалин встречается лишь случае загрязнения включениями глинистого материала. В метаморфизованных эффузивах и диоритах он встречен в единичных случаях в составе наложенных хлоритовых прожилков.

Турмалин на проявлении Байкал отмечен в виде идиоморфных кристаллов, ясно плеохроирует в зеленоватых оттенках, развит неравномерно в породе и преобладает в интервалах обогащённых углеродистым веществом (рис. 1, а). Редко он отмечается в прослоях кварц-слюдистого состава (рис. 1, б), причём вытянутые призматические кристаллы в продольном сечении демонстрируют нарушение пloyчатой текстуры.

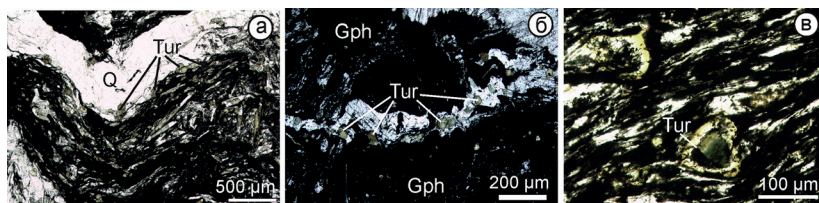


Рис. 1. Турмалиновая минерализация в углеродистых сланцах проявления Байкал. Минералы: Tur – турмалин, Му – мусковит, Q – кварц, Gph – графит; а, б – полосчатая, пloyчатая текстура углеродсодержащего кварц-слюдистого сланца; в – зональность турмалина с включениями углеродистого вещества.

Турмалин в продольных сечениях представлен тонкими, вытянутыми, узкопризматическими кристаллами размерами до 0,8 мм, часто с трещинками, в поперечном сечении – в виде разнообразных шестиугольников. Трещинки в кристаллах турмалина (сомкнутые и слабо раскрытые) свидетельствуют о хрупких деформациях турмалина. Иногда на перегибах складок вблизи открытых трещин наблюдаются пластические деформации турмалина, выраженные в слабом изгибании кристаллов. Часто в кристаллах наблюдается зональное строение турмалина, подчёркнутое окраской минерала: в центральной части – синевато-зелёный, на периферии – светло-зелёный (рис. 1, в). При больших

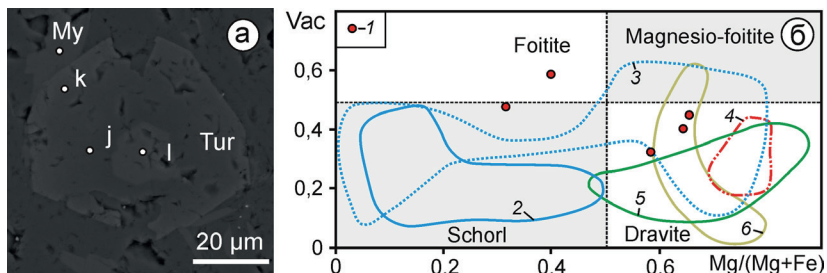


Рис. 2. Электронно-микроскопическая фотография поперечного среза кристалла турмалина с точками анализа (а) и сравнение состава турмалина из месторождений различного генезиса (б)

1–6 точки составов турмалинов из: 1 – проявления Байкал; 2–6 – поля составов турмалина из месторождений: 2, 3 – оловорудного Хнилец, Словакия [16]; 2 – из гранитов, 3 – из вмещающих метаморфических пород; 4 – орогенного золота Хатти, Индия [15]; 5 – Cu-Mo-Au-Te порфиривого Факос, Греция [18]; 6 – золото-сульфидного месторождения Муртыкты [12].

увеличениях объектива можно наблюдать в турмалине пойкилитовые включения углеродистого вещества в незначительном количестве. По своему химическому составу турмалины проявления Байкал попадают в поле дравита, фойтита и шерла (рис. 1, б). Они достаточно высокомагнезиальные и не содержат примесей металлов, Mn, F и As, характерных для турмалинов порфирировых месторождений и гранитов [8, 14, 17], и близки к метаморфогенному дравиту орогенных золотых и золото-сульфидных месторождений, а также турмалину золото-порфирировых объектов [12, 15, 16, 18].

Повсеместное тесное срастание тонкого игольчатого турмалина и золота указывает на синхронность их отложения и позволило выделить М. Н. Альбову в пределах Кумакского рудного поля кварцево-турмалиновую золотоносную формацию [1]. С турмалином связан бор, широко распространенный на протяжении черносланцевой полосы. Участки с повышенным содержанием вытянуты преимущественно по простиранию сланцевых пород. Встречаются широтные участки с повышенным содержанием бора. Известно, что в морских отложениях бор концентрируется главным образом глинистым и органическим веществом. По данным А.А. Оборина [11] его содержание в аргиллитах Южного Урала составляет около 0,038%, а в каменных углях превышает 0,1%. Вероятно, приуроченность турмалина лишь к углеродистым породам объясняется избирательным накоплением бора в органическом веществе.

Учитывая особенности химического состава турмалинов и их приуроченность к серицит-кварцево-углеродистым разновидностям сланцев, можно принять модель их образования предложенную Д. П. Сердюченко [13], в соответствии с которой сначала происходило первично-осадочное накопление бора в древних морских песчано-глинистых осадках, а затем при региональном или регионально-контактовом метаморфизме происходила частичная перекристаллизация породы и миграция бора с последующим отложением в кварц-серицитовых прожилках и углеродистых сланцах.

Таким образом, установлено, что золоторудная минерализация в пределах проявления приурочена преимущественно к пачкам кварц-слюдисто-турмалиновых метасоматически измененных углеродистых сланцев. Золото здесь отмечено в сростании с турмалином. По своему химическому составу турмалины относятся к дравиту и фойтиту и близки к таковым орогенных золотых и золото-сульфидных месторождений. Тесное сростание тонкого игольчатого турмалина и золота указывает на синхронность их образования и позволяет отнести проявление Байкал к кварцево-турмалиновой золоторудной формации.

Работа выполнена в рамках Госзадания по теме № 0246-2019-0078, микронзондовые исследования проведены в рамках госбюджетной темы № АААА-А19-119072390050-9. Аналитические работы выполнены при финансовой поддержке корпоративного гранта АО «Оренбургаз» (2019-2020 гг.).

Библиографический список

1. Альбов М. Н. Вторичная зональность золоторудных месторождений Урала. – М. : Госгеолтехиздат, 1960. – 215 с.
2. Арифалов Ч.Х. Черносланцевые месторождения золота различных геологических обстановок // Руды и металлы. 2005 №2. С. 9–19.
3. Беспяев Х. А., Париков Ю. С., Роднова В. И., Мукаева А.Е. К оценке золотоносности Юго-Восточного Казахстана // Геология и охрана недр. 2017. № 2. С. 4–15.
4. Ермолаев Н.П., Созинов Н.А. Стратиформное рудообразование в черных сланцах. – М. : Наука, 1986. – 172 с.
5. Знаменский С.Е., Знаменская Н.М. Классификация золоторудных месторождений восточного склона Южного Урала // Геологический сборник. – Уфа : Институт геологии УНЦ РАН, 2009. № 8. С. 177–186.
6. Коломоец А.В. Условия формирования Кумаковского месторождения черносланцевой формации (Оренбургская область) // Вестник Забайкальского гос. университета. 2018. Т. 24. № 6. С. 28–35.
7. Коломоец А.В., Сначёв А.В. Рассомахин М.А. Золото-турмалиновая минерализация в углеродистых сланцах Кумаковского месторождения (Южный Урал) // Горный журнал. 2020. № 12. С. 11–15.
8. Кузьмин В.И., Добровольская Н.В., Солнцева Л.С. Турмалин и его использование при поисково-оценочных работах. М., Недра, 1979. 270 с.
9. Лоцинин В.П., Панкратьев П.В. Золотоносность нижнее-среднепалеозойских черносланцевых формаций Восточного Оренбуржья / в сб. Стратегия и

процессы освоения георесурсов. – Пермь, 2006. С. 79–82.

10. Лядский П.В., Чен-Лен-Сон Б.И., Алексеева Г.А., Оленца Т.В., Кваснюк Л.Н., Мануйлов Н.В. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200000. Издание второе. Серия Южно-Уральская. Лист М-41-1 (Аниховка). Объяснительная записка. – М.: МФ ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2018. 100 с.
11. Оборин А.А., Залкинд И.Э. К геохимии бора в гипергенных процессах. – Геохимия, № 2. 1964.
12. Рассомахин М. А., Белогуб Е. В., Новоселов К. А., Хворов П. В. Турмалин из поздних кварцевых жил месторождения золота Муртыкты, Республика Башкортостан // Минералогия. 2020. № 6(1). С. 69–83.
13. Сердюченко Д.П. О некоторых богатых бором осадочно-метаморфических фациях // Доклады АН СССР, 1955, Т. 102, № 4.
14. Baksheev I., Prokof'ev V.Y., Zaraisky G., Chitalin A., Yapaskurt V., Nikolaev Y., Tikhomirov P., Nagornaya E., Rogacheva L., Gorelikova N., Kononov O. // Tourmaline as a prospecting guide for the porphyry style deposits. European Journal of Mineralogy. 2012. V. 24. P. 957–979.
15. Hazarika P., Mishra B. Tourmaline as fluid source indicator in the late Archean Huttu orogenic gold deposit. In: Mineral Resources in a Sustainable World, Nancy. 2015. P. 465–467.
16. Jiang S.-J., Radvanec M., Nakamura E., Palmer M., Kobayashi K., Zhao H.-X., Zhao K.-D. // Chemical and boron isotopic variations of tourmaline in the Hnilec granite-related hydrothermal system, Slovakia: Constraints on magmatic and metamorphic fluid evolution. Lithos. 2008. V. 106(1–2). P. 1–11.
17. London D., Morgan G., Wolf M. // Boron in granitic rocks and their contact aureoles. Reviews in Mineralogy. 1996. V. 33. P. 299–330.
18. Voudouris P., Baksheev I.A., Mavrogenatos C., Spry P.G., Djiba A., Bismayer U., Papagkikas K., Katsara A. // Tourmaline from the Fakos porphyry-epithermal Cu-Mo-Au-Te prospect, Limnos island, Greece: mineral-chemistry and genetic implications. Bulletin of the Geological Society of Greece. 2019. V. 7. P. 329–330.

TOURMALINE MINERALIZATION IN CARBONACEOUS SHALE OF THE BAIKAL DEPOSIT (SOUTH URAL)

A.V. Snachev, A.V. Kolomoets, M.A. Rassomakhin,

V.I. Snachev, R.S. Kisil

SAVant@rambler.ru

The article discusses the geological structure of the Baikal deposit, located within the Kumak ore field and confined to the black shale of the Bredy Formation (C1bd). It has been established that the gold mineralization within the occurrence is confined mainly to the members of quartz-mica-tourmaline metasomatically altered carbonaceous shales. Gold is noted here in intergrowth with tourmaline. In terms of their chemical composition, tourmalines belong to dravite and foitite and are close to those of orogenic gold and gold-sulfide deposits. The close intergrowth of thin needle-like tourmaline and gold indicates the synchrony of their formation and allows the manifestation of Baikal deposit to be attributed to the quartz-tourmaline formation.

Keywords: South Ural, Kumak ore field, Baikal deposit, carbonaceous shale, black shale, noble metals, gold, tourmaline.