

УДК 553.411(571.61)

## БЕРЕЗИТОВОЕ ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

© 2009 г. А. С. Вах, академик В. Г. Моисеенко, В. А. Степанов, О. В. Авченко

Поступило 22.08.2008 г.

В 2007 г. горнорудное предприятие ООО “Березитовый рудник”, учредителями которой являются ООО “Бурятзолото” и канадская золотодобывающая компания High River Gold, приступило к промышленному освоению Березитового золото-полиметаллического месторождения. В связи с этим появилась возможность дальнейшего научного изучения этого месторождения, которое в ближайшем будущем может отойти к категории “исчезнувших” геологических природных объектов.

Березитовое золоторудное месторождение расположено на северо-западном фланге Приамурской золоторудной провинции в бассейне нижнего течения р. Хайкта – крупного правого притока р. Большой Ольдой [1]. Оно выявлено в 1932 г. Ольдойским приисковым управлением в верховьях руч. Константиновского и первоначально получило название Константиновское, а позже было переименовано в Березитовое.

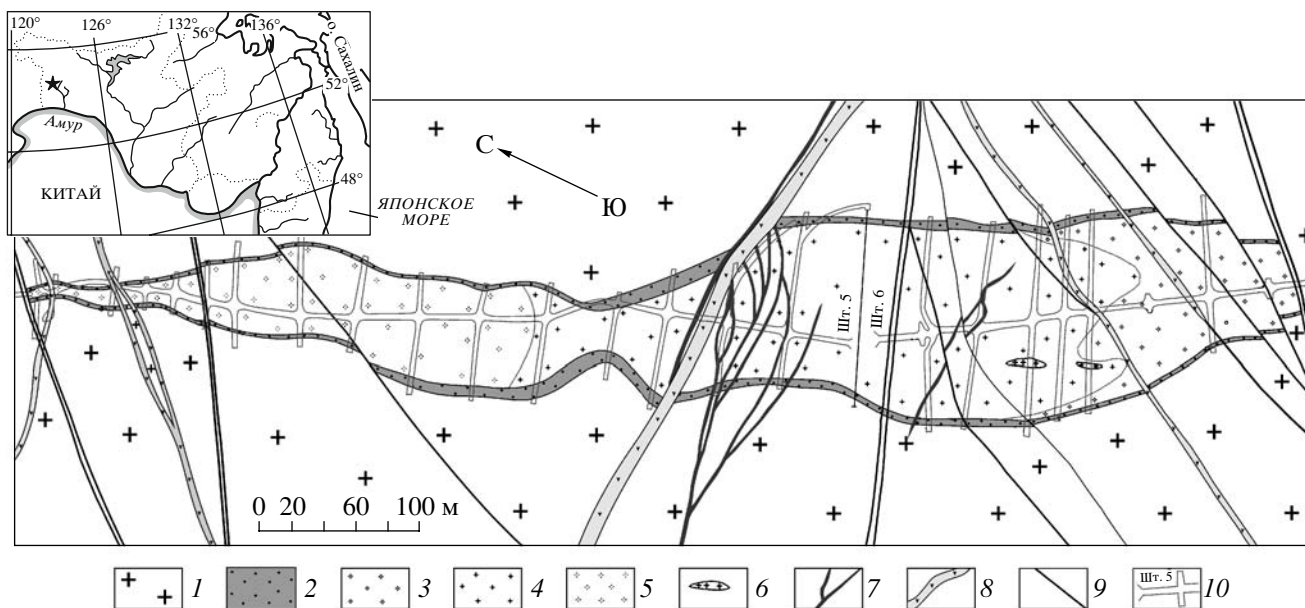
Березитовое является своеобразным комплексным Au–Ag–Pb–Zn-месторождением, которое по геологическому строению и составу рудовмещающих метасоматитов не имеет близких аналогов среди полиметаллических и золоторудных месторождений Забайкалья и Дальнего Востока. Его характерная особенность – наличие невысоких, но промышленно значимых концентраций золота (2–4 г/т) в относительно бедных свинцово-цинковых рудах. Месторождение представлено крупной зоной рудно-метасоматических пород сложного состава, локализованной среди раннепротерозойских порфиридных гранодио-

ритов. В плане зона имеет сложную линзовидную форму, субмеридиональное простирание и крутое падение ( $70^{\circ}$ – $75^{\circ}$ ) в юго-западном направлении (рис. 1). Длина ее на поверхности достигает 950 м. Мощность зоны меняется от 10–15 до 110 м. Она объединяет два крутопадающих уплощенных воронкообразных тела, сопряженных вблизи поверхности, но выклинивающихся с глубиной.

Рудовмещающими являются следующие типы метасоматитов: 1) турмалин-гранат-ортоклаз-мусковит-кварцевые; состав, %: кварц 45–60, мусковит 25–40, ортоклаз 5–20, основной плагиоклаз (№ 70–90) 3–7, гранат 1–5, турмалин не более 1, реже отмечаются биотит и хлорит; 2) турмалин-гранат-мусковит-кварцевые; состав, %: кварц 50–65, мусковит 30–45, гранат 1–5, турмалин 1–2, реже встречаются: хлорит 0–1, биотит 0–2, ортоклаз 0–3, цинковая шпинель 0–0.5; 3) турмалин-гранат-кварц-мусковитовые; состав, %: мусковит 45–60, кварц 35–50, гранат 1–5, турмалин 1–2, хлорит 0–1, биотит 0–2, ортоклаз 0–1, цинковая шпинель 0–2; 4) гранат-ортоклаз-биотит-анортит-мусковит-кварцевые; состав, %: кварц 35–45, мусковит 20–30, анортит 10–20, биотит 5–15, ортоклаз 5–10, гранат 1–2, турмалин 0–0.5, хлорит 0–4; 5) гранат-мусковит-биотит-кварц-анортитовые; состав, %: анортит 25–40, кварц 20–30, биотит 15–25, мусковит 5–10, гранат 2–6, хлорит 1–3, изредка отмечается цинковая шпинель.

В пределах метасоматической зоны незначительно развиты маломощные жилы и серии прожилков кварц-сульфидного состава, а также тонкие карбонатные и флюоритовые прожилки. Зона метасоматитов рассекается редкими пострудными дайками спессартитов и диоритовых порфиритов, которые не затронуты процессами метасоматоза. К рудному телу отнесена обогащенная полиметаллической минерализацией часть метасоматической зоны, в которой, по данным разведочного опробования, содержание золота достигает установленных кондиций. На поверхности рудное тело оконтуривается единой полосой субмеридио-

*Дальневосточный геологический институт  
Дальневосточного отделения  
Российской Академии наук, Владивосток  
Институт геологии и природопользования  
Дальневосточного отделения  
Российской Академии наук,  
Благовещенск Амурской обл.  
Научно-исследовательский геотехнологический  
центр Дальневосточного отделения  
Российской Академии наук,  
Петропавловск-Камчатский*



**Рис. 1.** Схематический геологический план Березитового месторождения. Строение метасоматической зоны № 1 на горизонте 676 м (по материалам геологической службы ПГО “Дальгеология”). 1 – порфировидные гранодиориты раннеархейского возраста; 2–5 – основные типы рудовмещающих метасоматических пород (2 – гранат-ортоклаз-биотит-анортит-мусковит-кварцевые с пиритовой минерализацией, 3 – турмалин-гранат-ортоклаз-мусковит-кварцевые с преимущественно пиритовой минерализацией, 4 – турмалин-гранат-мусковит-кварцевые с золото-полиметаллической минерализацией, 5 – турмалин-гранат-кварц-мусковитовые с золото-полиметаллической минерализацией); 6 – ксенолиты метасоматически измененных гранодиоритов; 7 – дайки метапорфиров гранат-мусковит-биотит-кварц-анортитового состава; 8 – дайки спессартитов и диоритовых порфиров; 9 – основные тектонические нарушения; 10 – подземные горные выработки. На врезке звездочкой показано географическое положение Березитового золото-полиметаллического месторождения.

нального простирания, приуроченной к осевой части зоны.

Наиболее распространенные рудные минералы месторождения представлены галенитом, сфалеритом, пиритом и пирротинном, второстепенные – магнетитом, халькопиритом, арсенопиритом, марказитом, ильменитом и самородным золотом. К числу редко встречающихся минералов относятся: станнин, шеелит, теннантит, молибденит, гематит, халькозин, самородный висмут\*, висмутовый менегинит\*, сурьмянистый бурсаит-козалин\*, иорданит\*, буланжерит\*, джемсонит\*. Некоторыми исследователями отмечаются: патронит, шеелит, халькозин, аргентит, висмутин, самородная медь, алтаит, калаверит, киноварь, касситерит. Вторичные минералы представлены ярозитом, лимонитом, гидрогётитом, малахитом, ковеллином, халькантитом, англезитом, церусситом, смитсонитом. Мощность зоны окисления на месторождении не превышает 5–7 м.

Руды месторождения подразделяются на три основных минеральных типа: пирит-пирротин-сфалеритовый, пирит-галенит-сфалеритовый и пиритовый. В их распределении в пределах зоны отчетливо проявлена горизонтальная зональ-

ность. Пирит-пирротин-сфалеритовая минерализация, с соотношением в рудах  $Zn : Pb$  от 8 : 1 до 2 : 1, развита в турмалин-гранат-кварц-мусковитовых метасоматитах северной части зоны. Пирит-галенит-сфалеритовые руды с соотношением  $Zn : Pb$  примерно 1 : 1 локализованы в турмалин-гранат-мусковит-кварцевых метасоматитах центральной части зоны. Существенно пиритовые руды распространены в турмалин-гранат-ортоклаз-мусковит-кварцевых метасоматитах южной части зоны, в “окаймляющих” зону метасоматитах гранат-ортоклаз-биотит-анортит-мусковит-кварцевого состава и дайках метапорфиров.

Основными полезными компонентами руд являются золото, серебро, свинец, цинк и кадмий. Максимальные содержания в рудах: золото 365 г/т, серебро 231 г/т, цинк 10%, свинец 9%. Содержание кадмия в сфалерите колеблется от 0.2 до 0.35%.

Золотая минерализация в рудоносной зоне распределена неравномерно. Она локализуется в двух обогащенных участках: центральном и северном, приуроченных к узлам пересечения субмеридиональной зоны разломами субширотного простирания. Отмечается определенная зависимость в распределении концентраций рудных элементов: максимальные концентрации золота и се-

\* Минералы установленные А.С. Вахом.

ребра совпадают с наиболее высокими содержаниями в рудах свинца и цинка.

На месторождении установлены два золотоносных минеральных комплекса, различающихся по геолого-структурным условиям локализации, времени формирования, особенностям вещественного состава и концентрации золота. Это массивные полиметаллические руды с сопутствующим золотом и серебром и прожилковые – собственно золоторудные [2]. Геологическим репером, разделяющим золото-полиметаллическую и золоторудную минерализацию, служит внедрение даек метапиритов.

К золото-полиметаллическому комплексу относятся золотосодержащие рудно-метасоматические образования с пирит-пирротин-сфалеритовой, пирит-галенит-сфалеритовой и пиритовой минерализацией. Золотоносность руд комплекса различна. Наиболее высокие концентрации золота характерны для пирит-галенит-сфалеритовых руд центральной части рудного тела. В них основной пик концентраций золота приходится на класс содержаний 2–4 г/т (~48%). В пирит-пирротин-сфалеритовых рудах северного золоторудного участка концентрации золота значительно ниже. Золота в рудах от 0.1 до 2 г/т (~57%), а серебра – 16–20 г/т (~32%). Низкие концентрации золота, в среднем от 0.2 до 0.6 г/т, характерны для пиритовых руд южной части месторождения, а также для “окаймляющих” зону гранат-ортоклаз-биотит-анортит-мусковит-кварцевых метасоматитов. В рудах золото-полиметаллического комплекса отчетливо устанавливается следующая последовательность в смене ассоциаций минералов: пирит I + сфалерит + галенит → пирротин → пирит II + арсенопирит + магнетит + ильменит → халькопирит. В соответствии с этим в составе руд комплекса выделяются два одновременных минеральных парагенезиса: ранний – пирит I-галенит-сфалеритовый и поздний – пирротин-пирит II-магнетит-халькопиритовый.

Самородное золото находится в сульфидных рудах в виде единичных, округлых или каплевидных выделений, максимальный размер которых не превышает 0.1–0.2 мм. Аналогичные, но еще более мелкие агрегаты самородного золота выявлены и в магнетите.

Образования золоторудного комплекса представлены различными по составу кварцевыми прожилками и маломощными жилами, секущими золото-полиметаллические образования. Прожилки с высокими содержаниями золота и серебра приурочены к субширотным разрывным нарушениям и развиты в пределах центрального и северного золоторудных участков месторождения. В составе комплекса выделяются золото-сульфидная, золото-кварц-сульфидная и золото-кварц-гранат-сульфидная минеральные ассоциации.

Золото-сульфидная ассоциация представлена тонкими прерывистыми сульфид-

ными прожилками, приуроченными к субширотным трещинам скалывания или отрыва. Мощность сульфидных прожилков редко превышает 2–10 мм. Основным рудным минералом ассоциации является галенит, количество которого в прожилках достигает 70–90%. Меньшее значение имеют пирит и халькопирит. Из других минералов отмечаются пирротин, магнетит, ильменит, арсенопирит, сульфосоли свинца и самородное золото. Самородное золото, как правило, находится в тесных сростаниях с галенитом, образуя в нем мелкие выделения, часто округлой изометричной формы. Размер золотинок не превышает 0.1 мм (редко 1–2 мм). Изредка отмечаются его выделения в арсенопирите в виде крупных прожилковых агрегатов, обычно приуроченных к микротрещинам в этом минерале, а также в пирите и пирротине.

Золото-кварц-сульфидная ассоциация слагает серии маломощных кварц-сульфидных прожилков и жил (мощностью от первых до 20–80 см) в метасоматитах месторождения и вмещающих гранитоидах. Содержание золота в данной ассоциации колеблется, по данным бороздового опробования, от 5–10 до первых сотен г/т. В кварц-сульфидной жиле получено наиболее высокое значение содержания золота в рудах – 365 г/т.

Главные рудные минералы золото-кварц-сульфидной ассоциации – пирит и галенит. Галенит преобладает над пиритом. Он образует либо крупные, почти мономинеральные выделения, либо мелкие обособления неправильной формы среди других минералов. Пирит представлен преимущественно мелкими кристалликами размером до 2 мм. Второстепенные минералы ассоциации – арсенопирит и халькопирит. В отдельных рудных телах широко развиты блеклая руда (теннантит) и иорданит [3]. В единичных зернах был встречен молибденит.

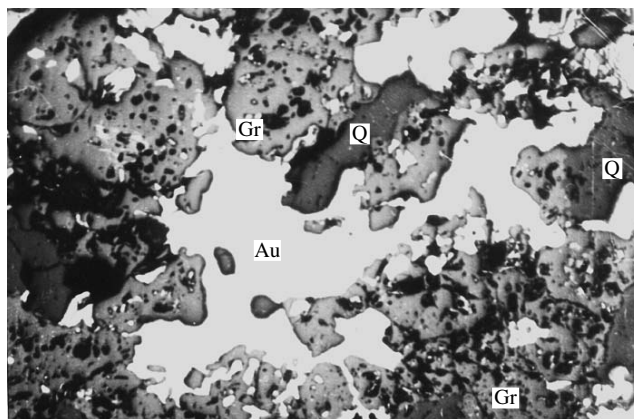
На долю весьма мелкого золота (менее 0.1 мм) приходится 65–70%, крупные золотины (0.3–1.0 мм) составляют не более 10% (по замерам 37 золотинок в полированных шлифах). Самородное золото наблюдается в кварце, реже в пирите, галените, арсенопирите. Отмечаются совместные сростания самородного золота с иорданитом. Чаще всего встречаются комковидные, прожилковидные, реже пластинчатые и округлые формы золотинок.

С золото-кварц-гранат-сульфидной ассоциацией связаны наиболее высокие содержания золота (до первых сотен г/т). Она представлена кварц-гранат-сульфидными прожилками, мощностью не более первых десятков сантиметров. Центральную часть прожилка составляют массивные или полосчатые сульфидные руды, краевую – кварц-гранатовые агрегаты с вкрапленной сульфидной минерализацией. Зер-

на граната корродированы кварцем и насыщены многочисленными включениями рудных минералов, представленных галенитом, сфалеритом, пиритом, марказитом, магнетитом, арсенопиритом, сульфосолями свинца, станнином и самородным золотом.

Самородное золото имеет различные формы выделений: округло-изометричные, пластинчатые, ажурные, нитевидные, иногда кристаллические. Наряду с микроскопическими выделениями основной массы золота отмечаются и видимые золотины размером до 3–5 мм. Золото в кварц-гранатовых образованиях выполняет межзерновые пространства в агрегатах граната. Микровключения золота отмечаются и непосредственно в самих зернах граната (рис. 2). Агрегаты золота часто находятся в тесных сростаниях с сульфидными минералами, а также в виде микровключений в них.

**Выводы.** Проведенными исследованиями показано, что золоторудные образования Березитового месторождения представлены двумя разновозрастными минеральными комплексами: золото-полиметаллическим и золоторудным, различающимися по структурной позиции, морфологии и содержаниям золота. Наличие на месторождении золотой минерализации как в массивных полиметаллических, так и секущих их прожилковых телах следует рассматривать в качестве основной особенности, характеризующей золотое оруденение данного объекта. Формирование золотой минерализации обусловлено пространственным наложением на ранее сформированные полиметаллические руды более поздних гидротермальных золотоносных растворов. При этом процессе происходило обогащение ранних сульфидных руд золотом, а также селективная мобилизация определенных рудных элементов из сульфидных масс и их переотложение в рудах золоторудного комплекса (часто в виде минералов из группы сложных сульфосолей) в заключительную фазу формирования рудной минерализации.



**Рис. 2.** Самородное золото (белое) среди агрегатов граната. 50х. Репрод. 2/3.

Пространственная совмещенность разнотипного и разновозрастного золотого и полиметаллического оруденения позволяет авторам отнести Березитовое месторождение к сложному по составу, полигенному и полихронному объекту, формирование которого на заключительной стадии тесно связано со становлением хайктинского интрузивного комплекса раннемелового возраста.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 08–05–00106-а).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанов В.А., Мельников А.В., Вах А.С. и др. Приамурская золоторудная провинция. Благовещенск: АмГУ; НИГТЦ ДВО РАН, 2008. 323 с.
2. Вах А.С. В кн.: Минеральные типы рудных месторождений в вулканогенных поясах и зонах активизации Северо-Восточной Азии. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. С. 162–169.
3. Вах А.С., Санин В.И. // ДАН. 1984. Т. 276. № 2. С. 446–450.