

УДК 550.8

ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД БЕРЕЗНЯКОВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ЭПИТЕРМАЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)**¹Спиридонов А.М., ¹Куликова З.И., ^{1,2}Паршин А.В., ¹Волкова М.Г.**¹ФГБУН Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, Иркутск, e-mail: sam@igc.irk.ru;²ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный технический университет»,
Иркутск, e-mail: sarhin@geo.istu.edu

Предметом работы является изучение особенностей вещественного состава вмещающих пород Березняковского золоторудного эпитеpмального месторождения, проведенное в рамках комплексных работ по созданию новых технологий обогащения руд. Месторождение находится в пределах Биргильдинско-Томинского медно-порфирового рудного узла, представляя верхнюю часть протяжённой по вертикали медно-порфировой колонны. Приурочено к субвулканическому телу кварц-плаггиоклазовых диоритовых порфиров (D₃-C₁), прорывающему туфы и кластолавы андезит-дацитового состава осадочно-вулканогенной толщи (D₃-C₁) и образующему с ними единую вулcano-плутоническую ассоциацию. Прожилково-вкрапленные золотые руды локализованы в линейных зонах субширотного и северо-западного простирания, а также в виде штокверка. Рудная минерализация формировалась в две стадии: раннюю пиритовую и позднюю полиметаллическую, в которой выделяются три парагенетических ассоциации рудных минералов: золото-полиметаллическая, золото-теллуридно-полиметаллическая и теллуридно-полиметаллическая. Оруденение сопровождается метасоматитами слюдиcто-кварцевого, пиропиллит-кварцевого и реже карбонат-слюдиcто-кварцевого составов.

Ключевые слова: Березняковское месторождение, золотое оруденение, минералогия, петрография**GEOCHEMICAL AND MINERALOGICAL FEATURES OF THE HOST ROCKS OF BEREZNYAKOVSKOE GOLD EPITHERMAL DEPOSIT (SOUTH URALS)****¹Spiridonov A.M., ¹Kulikova Z.I., ^{1,2}Parshin A.V., ¹Volkova M.G.**¹Vinogradov Institute of Geochemistry SB RAS, Irkutsk, e-mail: sam@igc.irk.ru;²Irkutsk State Technical University, Irkutsk, e-mail: sarhin@geo.istu.edu

The subject of the article is the studying of the material composition of the host rocks of Bereznyakovskoe gold epithermal deposit held in the framework of comprehensive research on developing new technologies ore beneficiation. The deposit is located within Birgildinsko-Tominskoye porphyry copper ore field, representing the upper part of the vertical extent of copper-porphyry columns. Confined to the subvolcanic body of quartz-plagioclase diorite porphyry (D3-C1), tuffs and clastic erupt andesite-dacite composition of sedimentary-volcanic strata (D3-C1) and forms with them a single volcano-plutonic association. Mineralization formed in two stages: early and late pyrite polymetallic in which there are three paragenetic association of ore minerals: gold-polymetallic, gold-telluride-telluride-polymetallic and base metal. Mineralization is accompanied by metasomatic mica-quartz, pyrophyllite-quartz-carbonate and less mica-quartz compositions.

Keywords: Bereznyakovskoe gold deposit, gold mineralization, mineralogy, petrography

Актуальной проблемой современного уровня эксплуатации золоторудных месторождений является вопрос более полного извлечения полезного компонента. Одним из привлекательных полигонов для разработки инновационных технологий являются золоторудные месторождения Южного Урала, которые в настоящее время широко эксплуатируются. Детальное доизучение руд позволяет оптимизировать технологический процесс обогащения, что приведет к повышению эффективности использования недр на этих объектах. Кроме того, представляется разумным выявить аналогичные по ряду минералогических и геохимических особенностей проявления в других регионах, которые в настоящее время не разрабатываются и на которые целесообразно и технически возможно будет внедрить новые технологии обогащения, разработанные на эталонных объектах Южного Урала. В

настоящей работе представлены первые результаты комплексного изучения вещественного состава технологических проб руды месторождения Березняковское.

Березняковское эпитеpмальное золоторудное месторождение расположено в 20 км юго-западнее г. Челябинска. Находится в Биргильдинско-Томинском медно-порфировом рудном поле, представляя верхнюю часть протяжённой по вертикали медно-порфировой колонны, мезоабиссальный срез которой соответствует собственно медно-порфировому мезоабиссальному Северо-Томинскому месторождению [2], [3]. Березняковское месторождение приурочено к субвулканическому телу кварц-плаггиоклазовых диоритовых порфиров (D₃ – C₁), прорывающему туфы и кластолавы андезит-дацитового состава осадочно-вулканогенной толщи (D₃ – C₁) и образующему с ними единую вулcano-плутоническую ассоциацию (рис. 1).

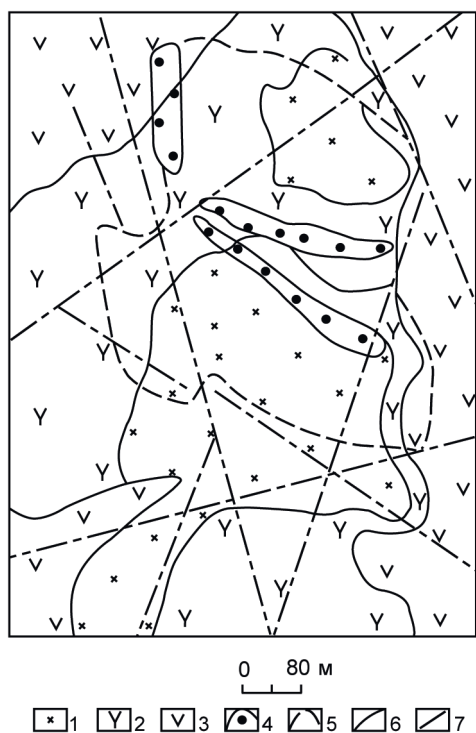


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Берзняковского месторождения
 1 – кварцевые диоритовые порфириты; 2 – субвулканические кварцевые андезитовые порфириты; 3 – туфы осадочно-вулканогенной толщи (D3-C1); 4 – рудные тела; 5 – контур рудной зоны; 6 – границы пород; 7 – тектонические нарушения

Наиболее детально разведаны два участка Берзняковского месторождения: Центральный и Юго-Восточный [4], [5]. Наши исследования были сосредоточены, главным образом, на Центральном участке.

Оконтуренные рудные тела с прожилково-вкрапленным золотым оруденением находятся преимущественно в теле интенсивно катаклазированных диоритовых порфиритов. Локализованы они в линейных зонах субширотного и северо-западного простирания, а также в виде штокверка [2]. Рудные тела характеризуются крайне невыдержанной мощностью и изменчивым содержанием золота, форма их линейно-вытянутая, часто извилистая, линзовидная, столбообразная, длина до 300 м, мощность от 0,3 до 92,0 м. Преобладает субширотное и северо-западное простирание рудных тел при крутом (40°-80°) падении на север и северо-восток.

Содержание золота в рудных телах изменяется от 1 до 59 г/т, серебра – от 3 до 40 г/т, к золоторудным телам приурочены повышенные содержания Cu, Zn, Ag, Sn. К этим же зонам тяготеют высокие концентрации элементов тифилов (Pb, As, Sb, Se, Te), что

создает предпосылки для формирования научных основ их сопоставления с месторождениями различного генезиса вне зависимости от их регионального расположения [1].

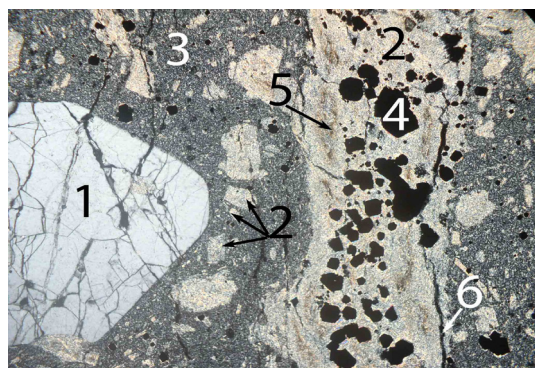
Рудная минерализация формировалась в две стадии: раннюю пиритовую и позднюю полиметаллическую (Грабежев и др., 2000). Пирит первой стадии широко развит как в пределах рудных тел, так и вне их, сопряжён с метасоматическими изменениями пород. Полиметаллическая стадия развита повсеместно в зонах прожилкового окварцевания и карбонатизации, обнаруживая при этом существенные вариации минерального состава. В ней выделяются три парагенетических ассоциации рудных минералов: золото-полиметаллическая, золото-теллуридно-полиметаллическая и теллуридно-полиметаллическая, количественно основные минералы всех трёх парагенезисов представлены блеклой рудой, сфалеритом, халькопиритом, пиритом и галенитом [2]. Отмечается самородное золото двух генераций, характерных соответственно для золото-полиметаллического и золото-теллуридно-полиметаллического парагенезисов [3].

Судя по проведённым петрографическим исследованиям, рудовмещающие породы представлены метасоматитами слюдисто-кварцевого, пиррофиллит-кварцевого и реже карбонат-слюдисто-кварцевого составов. В ходе метасоматических изменений часто сохраняются реликтовые порфирировая и бластопорфирировая структуры, при этом первичные полевые шпаты практически полностью замещены. По структурным особенностям выделяются две разновидности метасоматитов – преобладающие с более микрозернистой структурой замещённой вторичными продуктами основной массы, образующиеся предположительно по кварцевым андезитовым порфиритам или по кварцевым диоритовым порфиритам в краевой части их тела, где породы менее раскристаллизованы (рис. 2, А), и с более крупнозернистой структурой базиса, образованные по кварцевым диоритовым порфиритам (рис. 2, Б). Породы катаклазированы, разбиты трещинами. В менее изменённых разновидностях сохраняются единичные порфирировые вкрапленники кварца, порфирировые вкрапленники предположительно плагиоклаза (45 – 50%) полностью замещены микрочешуйчатым слюдистым агрегатом, сохраняются лишь их контуры. Так же замещены и зёрна плагиоклаза в основной массе (в целом слюдистый агрегат может составлять до 65 – 70%). Судя по результатам рентгенографического структурного анализа, выполненного в институте геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, слюды

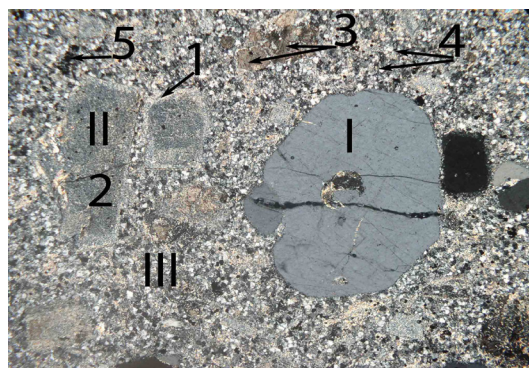
представлены пиррофиллитом, из глинистых минералов есть также гидрослюда – иллит.

В основной массе (45 – 50%) преобладает микрозернистый кварцевый агрегат (размеры зёрнышек кварца 0,002 мм и меньше, а в более крупнозернистой разновидности метасоматита 0,05 мм в поперечнике) с

небольшой примесью слюды, заместившей плагиоклазы. Обильная вкрапленность пирита приурочена к замещающим плагиоклаз слюдистым скоплениям. Структура основной массы микролепидогранобластовая либо бластогипидиоморфнозернистая, бластоаплитовая.



А)



Б)

Рис. 2. А. Метасоматит слюдяно-кварцевого состава с обильной вкрапленностью пирита, образованный по кварцевым андезитовым порфиристам. 1 – порфировый вкрапленник кварца; 2 – микрочешуйчатый слюдяной агрегат, в котором преобладает иллит, заместивший порфировые вкрапленники полевых шпатов и полевой шпат в основной массе; 3 – микрозернистый кварцевый агрегат с примесью чешуек слюды; 4 – вкрапленность пирита, приуроченная к скоплениям слюдяного агрегата (по замещённым порфировым вкрапленникам); 5 – гидроксиды железа; 6 – рудное вещество по трещинке. Поле зрения по горизонтали 4 мм. Николи +.

Б. Метасоматит карбонат-слюдяно-кварцевого состава, образованный по кварцевым диоритовым порфиристам. I – порфировые вкрапленники кварца; II – полностью замещённые порфировые вкрапленники полевых шпатов и биотита; III – замещённая основная масса; минералы: 1 – чешуйки пиррофиллита (?) по краю замещённых порфировых вкрапленников; 2 – микрочешуйчатая глинисто-слюдяная масса (иллит и др.); 3 – карбонат;

4 – микрозернистый кварц в основной массе; 5 – мелкие зёрнышки рудных минералов.

Поле зрения по горизонтали 4 мм. Николи +

Реже встречается брекчия, состоящая из обломков слюдяно-кварцевых метасоматитов, по границам обломков развиты мелкие зёрнышки рудных минералов и полоски слюдяного агрегата. Иногда, видимо, в тектонических зонах отмечается более интенсивное развитие карбоната, его скопления составляют 45 – 50% площади шлифа, отмечаются также прожилки карбоната мощностью до 5 мм и прожилки хлорит-пирит-лимонит-кварц-карбонатного состава. Карбонат замещает псевдоморфозы слюдяного агрегата, развитого по полевым шпатам. В этих участках увеличивается количество глинистых минералов.

При более интенсивных изменениях контуры порфировых вкрапленников сглаживаются, исчезают, слюдяной агрегат начинает развиваться в виде многочисленных полосок, приуроченных к микротрещинам (рис. 3, А). К ним же приурочена и вкрапленность рудных минералов, которая становится более обильной. Возрастают размеры чешуек слюды (пиррофиллита) и сокращается примесь глинистых компонен-

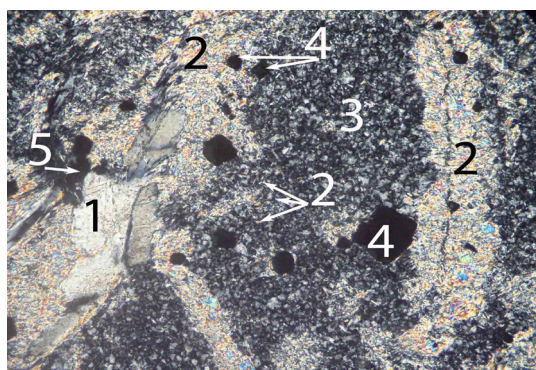
тов. Структура породы гломеробластовая, в скоплениях и полосках, сложенных слюдяным агрегатом, микролепидобластовая, в кремнистом агрегате с преобладающими зёрнышками кварца (0,001 – 0,004 мм) и редкими чешуйками слюды микролепидогранобластовая.

Характерной особенностью месторождения является широкое развитие слюдяных и гидрослюдистых минералов, что нуждается в дальнейшем изучении. Складывается впечатление, что пиррофиллит образуется позже иллита, замещая его, то есть процесс аргиллизации, типичный для эпitherмальных месторождений золота, является более ранним, видимо, предрудным. Предыдущими исследователями отмечались мусковит, парагонит и К-Na-промежуточная слюда, часто гидратированные. Натриевые слюды более распространены в западной части месторождения [2], [3], в образцах, изученных нами, содержание их, видимо, весьма незначительно.

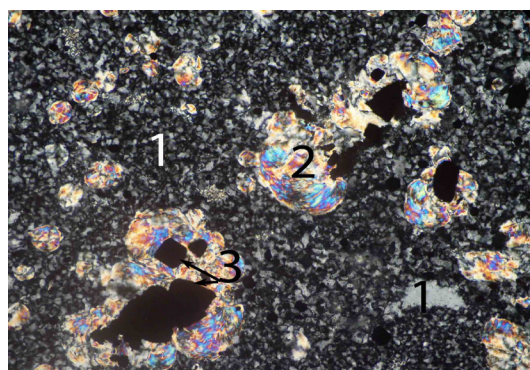
Пиррофиллит-кварцевый метасоматит имеет состав: микрозернистый кварцевый

агрегат (45 – 50%), сферолитоподобные агрегаты предположительно пирофиллита с размерами от 0,01 до 0,06 мм, образующие мелкие хаотично расположенные скопления (45%), кварц в более крупных зёрнах, видимо, отчасти являющихся реликтами порфировых вкрапленников, отчасти рудными образованиями (5%), пирит и другие сульфиды (2-3%) (рис. 3, Б). Структура гетеробла-

стовая, гломобластовая. Сферолитовые агрегаты пирофиллита включают мелкие кристаллы пирита. Умеренно-сульфидная рудная минерализация в метасоматитах наблюдается в виде рассеянной вкрапленности, тонких прожилковидно-вкрапленных, пятнистых (гнездовидных) выделений, преимущественно, пирита с примесью блеклых руд, сфалерита, сульфидов свинца.



А)



Б)

Рис. 3. А. Метасоматит слюдисто-кварцевого состава с вкрапленностью пирита.

1 – вторичный кварц, развитый по трещинам вместе с пиритом, пирофиллитом и иллитом; 2 – микрошешуйчатые пирофиллит и иллит, приуроченные к трещинам и заместившие полевые шпаты в основной массе; 3 – микрозернистый кремнистый агрегат с примесью чешуек слюды; 4 – мелкая вкрапленность пирита; 5 – пустоты. Поле зрения по горизонтали 0,8 мм. Николи +.

Б. Пирофиллит-кварцевый метасоматит с сульфидной минерализацией. 1 – микрозернистый кварцевый агрегат с примесью слюды; 2 – розетковидные, сферолитоподобные агрегаты пирофиллита; 3 – пирит. Поле зрения по горизонтали 0,8 мм. Николи +.

Б. Сульфидно-кварцевое обособление в слюдисто-кварцевом метасоматите. 1 – кварц; 2 – иллит-пирофиллитовый (?) агрегат; 3 – пирит и, видимо, другие сульфиды. Поле зрения по горизонтали 0,8 мм. Николи +

В зонах рассланцевания и дробления слюды часто представлены гидропарагонитом и парагонит-сметкитом, содержащим 11 – 27% монтмориллонитовых слоёв, которые замещают первичные слюды, причём, они образуются позже в ходе гипогенной гидратации, накладываясь на слюды калиевого и натриевого состава. Термодинамические параметры образования слюдисто-кварцевых метасоматитов: $P = 380-320^\circ$, $P = 0,8-1,2$ кбар, рудная ассоциация (золото, электрум, теллур, теллуриды Au, Ag, Pb, Bi) образовалась при $T = 260-360^\circ$ и $P = 0,1-0,4$ кбар; гипогенная монтмориллонитизация слюд происходила при $T = 160-240^\circ$ и $P = 0,1-0,4$ кбар [2].

Резюмируя, можно сказать, что на предрудном этапе выделяются агиллизиты гидрослюдистой фации с преобладающей в их составе гидрослюдой иллитом. На синрудном этапе на участке месторождения, изученном нами, по агиллизитам развиваются преимущественно пирофиллит-кварцевые метасоматиты. На пострудном этапе происходит поздняя гипогенная гидратация слюд и идет ещё более поздняя карбонатизация. Околорудные метасоматиты Березняковско-

го месторождения являются типичными для месторождений порфировой рудной формации. Аналогичную картину, например, можно наблюдать на площади Их Салаа (Центральная Монголия) с золотосодержащим молибден-медно-порфировым оруденением, где проявлены пропилитизация с преобладающей альбит-кальцит-хлоритовой фацией, аргиллизация с доминирующей гидрослюдистой фацией, участки с рудной минерализацией находятся в поле развития агиллизитов и сопровождаются кварц-серцитовыми метасоматитами [6].

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта №02.G25.31.0075 в рамках Постановления Правительства Российской Федерации №218 от 09.04.2010

Список литературы

1. Будяк А.Е., Брюханова Н.Н. Селен, висмут и ртуть месторождений золота различных генетических типов в черносланцевых формациях // Геохимия. 2012. № 9. С. 881.
2. Грабежев А.И., Сазонов В.Н., Мурзин В.В., Молошаг В.П., Сотников В.И., Кузнецов Н.С., Пужаков Б.А., Покровский Б.Г. Береняковское золоторудное месторождение (Южный Урал, Россия) // Геология рудных месторождений. 2000. № 1. С. 38–52.

3. Коробейников А.Ф., Грабежев А.И. Золото и платиновые металлы в медно-молибден-порфировых месторождениях // Известия Томского политехнического университета. 2003. Т.306. № 5. С. 24–32.

4. Плотинская О.Ю. Вариации составов блеклых руд месторождения Березняковское (Ю. Урал) // Роль минералогии в познании процессов рудообразования. Материалы годичной сессии минералогического общества, посвящённой 110-летию со дня рождения академика А.Г. Бетехтина, Москва: ИГЕМ РАН, 2007, С. 257–260.

5. Плотинская О.Ю., Новоселов К.А., Коваленкер В.А., Зелтман Р. Вариации минеральных форм Au и Ag на месторождении Березняковское (Южный Урал) // Современные методы минералого-геохимических исследований как основа выявления новых типов руд и технологии их комплексного освоения. Материалы научной конференции «Годичное собрание Российского минералогического общества 2006 года». Под редакцией Ю.Б. Марина, СПб, 2007, С. 165–167.

6. Куликова З.И., Спиридонов А.М. Золотосодержащее молибден-медно-порфировое оруденение площади Их Сала // Золото северного обрамления Пацифика II Международный горно-геологический форум, посвящённый 110-летию со дня рождения Ю.А. Билибина. Тезисы докладов горно-геологической конференции. Магадан.: СВКНИИ ДВО РАН, 2011. С. 121–123.

Berenyakovskoe gold deposit (Southern Urals, Russia) // *Geology of Ore Deposits*. 2000. no. 1. pp. 38–52.

3. Korobeynikov A.F., Grabezhev A.I. Gold and platinum metals in the copper-molybdenum porphyry deposits // *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*. 2003. T.306. no. 5. pp. 24–32.

4. Plotinskaya O.J. Compositional variations fahlores Berenyakovskoe deposit (South Urals) // *Role of Mineralogy in the knowledge of the processes of mineralization. Materials annual session of the Mineralogical Society, dedicated to the 110th anniversary of the birth of Academician AG Betekhtin*, Moscow: IGEM, 2007, pp. 257–260.

5. Plotinskaya O.J., Novoselov K.A., Kovalenker V.A., Zeltman R. Variations of mineral forms of Au and Ag in the field Berenyakovskoe (South Urals) // *Modern methods of mineralogical and geochemical studies as a basis for identifying new types of ores technology and integrated development. Proceedings of the conference «Annual Meeting of the Russian Mineralogical Society in 2006»*. Edited by J.B. Marina, St. Petersburg, 2007, pp. 165–167.

6. Kulikova Z.I., Spiridonov A.M. Of gold-molybdenum-copper porphyry mineralization area Their Sala // *Gold northern Pacific Rim II International Mining & Exploration Forum, dedicated to the 110th anniversary of Yuri Bilibin. Abstracts of mining and geological conference. Magadan.: NEISRI FEB RAS*, 2011. pp. 121–123.

References

1. Budyak A.E., Bryukhanova N.N. Celen, bismuth and mercury gold deposits of different genetic types in black shale formations // *Geochemistry*. 2012. no. 9. p. 881.

2. Grabezhev A.I., Sazonov V.N., Murzin V.V., Molosag V.P., Sotnikov V.I., Kuznetsov N.S., Puzhak B.A., Pokrosovsky B.G.

Рецензенты:

Воронцов А.А., д.г.-м.н., зам директора по научной работе ИГХ СО РАН, г. Иркутск;
Таусон В.Л., д.х.н., зав. лабораторией экспериментальной геохимии ИГХ СО РАН, г. Иркутск.

Работа поступила в редакцию 24.06.2014.