ГЕОЛОГИЯ И ПАЛЕОВУЛКАНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАРСУЧИЙ ЛОГ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

GEOLOGY AND PALEOVOLCANIC CONDITIONS FOR FORMATION OF BARSUCHIY LOG DEPOSIT (SOUTHERN URALS)

М.В. Рыкус
Mikhail V. Rykus

Уфимский государственный
нефтяной технический
университет,
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum
Technological University,
Ufa, Russian Federation

В.И. Сначёв
Vladimir I. Snachev

Институт геологии Уфимского
федерального исследовательского
центра Российской академии наук,
г. Уфа, Российская Федерация

Institute of Geology,
Ufa Federal Scientific Center,
Russian Academy of Sciences,
Ufa, Russian Federation

В статье рассмотрено геологическое строение и палеовулканические условия формирования колчеданно-полиметаллического месторождения Барсучий Лог, расположенного в пределах Джусинского рудного района. Показано, что в строении рудовмещающего вулканогенного комплекса участвуют четыре толщи, первая и третья из которых сложены преимущественно базальтовыми порфирами и их туфами, а вторая и четвертая – эффузивными и пирокластическими породами дацитового и риодацитового состава.

Анализ мощностей и фаций перечисленных толщ вулканогенного комплекса позволил реконструировать в пределах рудного поля разнопорядковые палеовулканические элементы, в том числе: Карабутакское поднятие, представляющее собой линейную антиклинальную структуру типа вулканической гряды; стратовулкан, являющийся основным элементом аккумулятивной постройки; ряд палеовулканических аппаратов центрального типа, выделенных на склонах и у подножия стратовулкана.

Установлено, что в пределах рассматриваемой площади размещение рудоносного вулканогенного комплекса полностью определяется границами Карабутакского поднятия, положение рудного поля контролируется стратовулканом, а его прижерловая вершинная часть определяет структурное размещение рудных тел месторождения Барсучий Лог. Месторождение представлено тремя этажно расположенными рудными телами линзообразной формы, сложенными преимущественно сплошными рудами, в состав которых входят пирит, халькопирит, сфалерит и галенит. Специфика минерального состава руд заключается в повышенном количестве в них блеклой руды, высоком содержании галенита и барита.

Учитывая вышеперечисленные особенности, месторождение Барсучий Лог может быть сопоставлено с барит-полиметаллическими объектами Баймакского района и отнесено к малокавказскому типу.

Ключевые слова

месторождение
Барсучий Лог,
вулканическая
гряда,
стратовулкан,
базальт, дайка,
руда

The article reviews the geological structure and paleovolcanic conditions for the formation of the pyrite-polymetallic deposit Barsuchiy Log, located within the Dzhusinsky ore district. It is shown that four strata participate in the structure of the ore-bearing volcanogenic complex, the first and third of which are composed mainly of basaltic porphyrites and their tuffs, and the second and the fourth are effusive and pyroclastic rocks of the dacite and rhyodacite composition.

Analysis of the thicknesses and facies of these volcanic complex layers made it possible to reconstruct various paleovolcanic elements within the ore field, including: the Karabutak uplift, which is a linear anticlinal structure such as a volcanic ridge; stratovolcano, which is the main element of accumulative structure; a number of paleovolcanic structures of the central type located on the slopes and at the foot of the stratovolcano.

It is established that within the area the location of the ore-bearing volcanic complex is completely determined by the boundaries of the Karabutak uplift, the position of the ore field is controlled by the stratovolcano, and its throat determines the structural distribution of the ore bodies of the Barsuchiy Log deposit. The deposit is represented by three stratified ore bodies of lenticular shape, composed mainly of massive ores, which include pyrite, chalcopyrite, sphalerite and galena. Specificity of the mineral composition of ores consists of an increased amount of pale ore in them, a high content of galena and barite. Taking into account the above-listed features, the Barsuchiy Log deposit can be compared with the barite-polymetallic objects of the Baimaksky area and referred to the Caucasian type.

Key words

Barsuchiy Log deposit, volcanic ridge, stratovolcano, basalt, dike, ore

Рудное поле, включающее месторождение Барсучий Лог и ряд рудопроявлений медно-колчеданной и колчеданно-полиметаллической формации (Междуреченское, Южно-карабутацкое, Западнокарабутацкое и др.), расположено в южной части Джусинского рудного района [1]. В составе рудовмещающего вулканогенного комплекса выделяются две основные (первая и третья) и две кислые (вторая и четвертая) толщи, сложенные образованиями эффузивной, пирокластической, субвулканической и вулканогенно-осадочной фаций (рисунок 1).

Первая толща составляет основание вулканогенного разреза и состоит в основном из лав базальтовых пироксен-плагиоклазовых порфиритов и их туфов, редко присутствуют андезитовые порфириты, эффузивы кислого состава и прослои туфогенно-осадочных пород.

Вторая толща широко распространена в центральной части рудного поля. Она сложена эффузивными и пирокластическими породами дацитового и риодацитового состава, реже присутствуют лавы пироксен-плагиоклазовых базальтовых порфиритов и их туфы, туфогенно-осадочные породы.

Третья толща имеет наибольшее площадное развитие на восточном и западном флангах рудного поля. В её составе основной объём занимают лавы и туфы базальтовых и андезито-базальтовых пироксен-плагиоклазовых порфиритов. В основании толщи присутствуют редкие маломощные тела дацитовых и андезито-дацитовых порфиритов. Вулканомиктовые породы смешанного и кислого состава залегают преимущественно в нижней и верхней частях разреза толщи и представлены песчаниками и гравелитами, состоящими из обломков базальтов, диабазов, реже габбро-диабазов, кремней и дацитовых порфиритов.

Четвертая толща завершает разрез вулканогенного комплекса и развита главным образом на восточном фланге рудного поля. Она представлена лавами, лавобрекчиями, туфами

дацитовых порфиритов, среди которых отмечены прослои лав и туфов базальтовых пироксен-плагиоклазовых порфиритов и вулканогенно-осадочные породы кислого состава. Последние особенно широко распространены в верхней части разреза толщи, где они образуют выдержанные горизонты туфитов, туфопесчаников и кремней.

Анализ мощностей и фаций различных толщ вулканогенного комплекса позволил реконструировать в пределах рудного поля разнорядковые палеовулканические структуры [1]. К наиболее крупной из них относится Карабутацкое поднятие, представляющее собой линейную антиклинальную структуру типа вулканической гряды, интенсивно деформированную в краевых частях и ограниченную с запада и востока меридиональными разрывными нарушениями. Ядро структуры образовано базальтами первой толщи, наиболее значительные выходы которых на эрозионную поверхность известны в 4 км к северу от месторождения Барсучий Лог. Склоны гряды сложены вулканитами второй, третьей и четвертой толщ и имеют асимметричное строение. Восточный склон падает под углом 35° – 40° , западный, более крутой, имеет угол падения 50° . На южном и северном флангах рудоносной площади основание Карабутацкой гряды полого погружается под комплекс вулканитов второй и третьей толщ. Здесь базальты первой толщи вскрываются лишь наиболее глубокими скважинами.

Вулканизм раннего этапа, с которым связано образование базальтов первой толщи, носил дискретный характер, что привело к возникновению в пределах Карабутацкой гряды резко расчлененного рельефа. К концу времени формирования базальтов первой толщи основными положительными формами рельефа, осложняющими общее валлообразное строение вулканической гряды, являлись локальные куполовидные аккумулятивные поднятия, фиксирующие, по-видимому, осевые магмовыводя-

Рисунок 1. Палеовулканологическая карта рудного поля месторождения Барсучий Лог. Составлена авторами с использованием геологических материалов Домбаровской ГРЭ:

1–4 — джусинский вулканический комплекс: 1 — первая толща, лавы (а) и туфы (б) пироксен-плагиоклазовых базальтовых порфиров; 2 — вторая толща, лавы (а) и туфы (б) риодацитовых порфиров; 3 — третья толща, лавы (а) и туфы (б) пироксен-плагиоклазовых базальтовых и андезитовых порфиров; 4 — четвертая толща, риодациты; 5 — габбро-диабазы; 6 — субвулканические тела риодацитового состава; 7 — рудные тела месторождения Барсучий Лог; 8 — околорудные кварц-серицитовые метасоматиты; 9 — эпидотизация с вкрапленностью пирита; 10 — тектонические нарушения; 11 — зона конуса стратовулкана; 12 — лавово-туфовые вулканические постройки центрального типа

щие зоны. Одна из таких вулканокупольных структур отчетливо картируется в центральной части рудного поля (рисунок 1). Эта аккумулятивная постройка представляет собой стратовулкан удлиненной формы с диаметром основания 2,0–2,5 км и шириной апикальной части не более 300 м. Вершина стратовулкана в значительной мере эродирована и в пределах месторождения Барсучий Лог погребена под мощным (50 м) чехлом рыхлых отложений. Конус вулканической постройки полностью сложен стратифицированными отложениями лав и туфов пироксен-плагиоклазовых базальтовых порфиритов первой толщи. По крупности обломков туфы разделяются на гравийно-лапиллиевые и глыбовые разности, причем последние большей частью распространены вблизи вершины (жерла) стратовулкана, где они образуют маломощные (~ 5 м) линзовидные прослои среди базальтовых порфиритов.

Стратовулкан имеет асимметричное строение. В широтном сечении (рисунки 2, 3) его западный и восточный склоны крутые (50° и 55° соответственно) и осложнены малоамплитудными нарушениями взбросового типа. Превышение вершины стратовулкана относительно его основания составляет не менее 1 км. В продольном разрезе углы естественного откоса склонов вулканической постройки не превышают 20°, а апикальная часть стратовулкана возвышается над гребнем Карабутацкой гряды не более чем на 600–700 м. В центральной части вулканической постройки хорошо сохранился крутопадающий рудоподводящий канал, выполненный пиритизированными кварц-серицит-хлоритовыми метасоматитами.

Базальты первой толщи секутся породами лайкового комплекса, среди которых выделяются диабазы, габбро-диабазы и плагиоклазовые диабазовые порфириты. Мощность даек обычно составляет 2–5 м, отдельные из них достигают 10 м. Особенно многочисленны дайки вблизи осевой части стратовулкана, что даёт возможность предполагать здесь наличие проницаемой магмоподводящей зоны. Дайки имеют крутое (угол 70°) восточное падение и северо-западное (аз. 340°) до меридионального простирание. Судя по интенсивному окolorудному преобразованию пород дайкового комплекса (наличию в них сульфидной вкрапленности, вторичных окolorудных минералов – хлорита, серицита, кварца) и пассивным контактам даек с метасоматитами, большинство из них (за исключением плагиоклазовых диабазовых порфиритов) может быть отнесено к дорудным образованиям. Подобные гидротермально-метасоматические изменения (пиритизация, окварцевание и т. д.) отмечались нами и в породах дайкового комплекса, широко развитых в углеродистых отложениях с повышенным содержанием золота [2, 3].

Таким образом, основными признаками, по которым можно судить о первично вулканической природе вулканокупольной структуры, являются следующие: 1) периклинальное залегание прослоев туфов и обломков лавобрекчий относительно сводовой части структуры; 2) возрастание объёма пирокластического материала, шлаковых лав и лавобрекчий по направлению к вершине вулканокупольного поднятия, указывающее на наличие здесь жерловины; 3) повышенная концентрация в пределах структуры даек и субвулканических тел.

Рисунок 2. Геологический разрез месторождения Барсучий Лог по линии А-Б (условные обозначения смотри на рисунке 1)

1–2 — стратоизогипсы: 1 — достоверные; 2 — экстраполированные;
 3 — рудные тела; 4 — окологорные кварц-серицитовые метасоматиты;
 5 — скважины; перебурившие кровлю купола; 6 — тектонические нарушения

Рисунок 3. План стратоизогипс кровли купола стратовулкана месторождения Барсучий Лог

На склонах и у подножия стратовулкана выделяется ряд вулканокупольных структур, образованных вулканитами кислого состава второй толщи джусинского комплекса. Эти структуры, хорошо картируемые по резкому увеличению мощности кислой толщи, являются реликтами небольших (500–800 м в диаметре) палеовулканических аппаратов центрального типа. В основании глубоко эродированных куполов вскрываются мощные (более 300 м) субвулканические тела андезито-дацитов и дацитов, представляющие со-

бой корневые зоны вулканических построек. Купола сложены массивными и флюидальными лавами дацитов, переслаивающимися с горизонтами тонкообломочных туфов того же состава. На склонах относительно хорошо сохранившихся аппаратов широко развиты лавобрекчии (типа склоновых брекчий), нередко присутствуют несортированные грубослойные пачки тефрогенных и вулканомиктовых гравелитов и песчаников мощностью 5–20 м.

Рудные залежи месторождения Барсучий Лог образовались на границе базальтовой

(первой) и дацитов (второй) толщ в период кратковременного затухания вулканической деятельности. Этот рубеж маркируется отложением на рудоносном уровне горизонта тефрогенных туффов.

На заключительной фазе кислый вулканизм развивался прерывисто и сопровождался образованием прослоев обломочных пород дацитового состава, свидетельствующих о начавшемся разрушении вулканокупольных построек. Этот процесс продолжался вплоть до начала новой вспышки базальтового вулканизма, на что указывает наличие в основании третьей толщи среди базальтов линзовидных прослоев несортированного обломочного материала, состоящего из обломков дацитовых порфиритов с примесью редких обломков пироксен-плагиоклазовых порфиритов.

На отдельных участках в отложениях базальтовой толщи (главным образом в ее нижней части) установлены агломерато-лапиллиевые и глыбовые (размер обломков более 30 см) туфы смешанного состава.

Они сложены угловатыми и округлыми обломками миндалекаменных дацитов и их шлаков, сцементированных литокластами базальтовых пироксен-плагиоклазовых порфиритов. Присутствие туфов смешанного состава, очевидно, свидетельствует о близко-одновременном извержении базальтового и дацитового материала из одних каналов. В целом базальтовый вулканизм этого периода имел ареальное развитие и привёл к нивелированию палеорельефа, созданного предыдущими актами подводного вулканизма.

Накопление туфов и лав дацитовых и риодацитовых порфиритов четвертой толщи происходило на склонах Карабутакской гряды в результате активизации меридиональных магмовыводящих зон. Наиболее крупная из таких зон, заложившаяся в восточной части площади, фиксируется цепочкой сближенных эффузивно-пирокластических вулканокупольных построек. Вулканическая деятельность осуществлялась в обстановке мелеющего морского бассейна, на что указывает широкое развитие в вулканиках краснокаменных изменений.

Таким образом, формирование рудоносного вулканогенного комплекса на каждом его этапе сопровождалось возникновением различных структурных вулканических форм, в совокупности образовавших сложнопостроенное Карабутакское поднятие. В пределах рассматриваемой площади размещение вул-

канитов базальт-андезит-дацит-риолитового комплекса полностью определяется границами Карабутакского поднятия, положение рудного поля контролируется стратовулканом, а его вершинная (прижерловая) часть определяет структурное размещение рудных тел месторождения Барсучий Лог.

Месторождение представлено тремя этажно расположенными субпараллельными рудными телами, падающими на восток под углом 60°. Рудные тела имеют линзообразную и более сложную форму, соединены между собой зонами вкрапленной пиритовой минерализации и в целом образуют единую сложнопостроенную залежь, простирающуюся в меридиональном направлении более чем на 300 м. Снизу вверх по разрезу залежи (от первого к третьему рудным телам) происходит усложнение формы рудных тел и увеличение их размеров.

Рудная залежь сложена сплошными и в резко подчиненном количестве прожилково-вкрапленными рудами. Главными рудообразующими минералами являются пирит, халькопирит, сфалерит, галенит. Кроме них в рудах установлен целый ряд второстепенных и редких минералов, по которым месторождение Барсучий Лог существенно отличается от типично уральских колчеданных месторождений. Специфика минерального состава руд заключается в повышенном количестве в них блеклой руды (теннантита), высоком содержании галенита (~ 2 %), позволяющем относить месторождение к полиметаллическому типу, и постоянном высоком содержании в рудах и околорудных метасоматитах барита.

По этим особенностям месторождение Барсучий Лог может быть сопоставлено с барит-полиметаллическими месторождениями Баймакского района, характеристика которых дана в работе П. Ф. Сопко и др. [4].

Рудная залежь со стороны лежащего бока сопровождается столбообразным ореолом метасоматитов (по вертикали более 500 м). По направлению от рудных тел к периферии ореола выделяются зоны пиритизированных хлорит-серицит-кварцевых и хлорит-кварцевых пород. На глубоких горизонтах в составе хлорит-кварцевых метасоматитов отмечается повышенное содержание ангидрита.

Метасоматиты известны также висячем боку рудной залежи. Здесь они имеют преимущественно хлорит-серицит-кварцевый и кварц-серицитовый состав, развиваются по дацитовым порфиритам и образуют прерывистый ореол мощностью 30–40 м.

Данные по составу и строению руд, околорудным метасоматитам, внутрирудной минералогической и геохимической зональности свидетельствуют о сложности и длительности образования колчеданно-полиметаллической залежи, главным образом метасоматическим способом. Лишь для более ранней существенно пиритовой минерализации допускается эксталяционно-осадочное происхождение, синхронное с отложением горизонтов тефрогенных туффов. Образование основного объёма рудного вещества происходило вслед за отложением вулканогенно-осадочных пород, а гидротермальная деятельность продолжалась и после перекрытия рудной залежи дацитовыми порфиритами.

Выводы

Месторождение Барсучий Лог по ряду особенностей сопоставимо с объектами малокавказского типа. Оно относится к колчедано-по-

лиметаллической формации и имеет следующие отличительные черты:

1. Приуроченность к вулканитам непрерывной базальт-андезит-дацит-риолитовой субформации калий-натриевого типа;
2. Преобладающий полиметаллический состав руд с повышенным содержанием бариита при подчинённом значении медно-колчеданных руд;
3. Линзообразная и более сложные формы рудных тел;
4. Отчётливая зональность в распределении минеральных типов руд и их стадийное, существенно метасоматическое происхождение;
5. Широкое развитие хлорит-серицитовых околорудных метасоматитов;
6. Контроль рудных тел постройками центрального типа.

СПИСОК ИСПОЛЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рыкус М.В. Вулканизм и металлогения Джусинско-Домбаровского палеовулканического пояса Южного Урала. Уфа: БНЦ УрО РАН, 1992. 172 с.
2. Рыкус М.В. Золотоносность докембрийских осадочных толщ западного склона Южного Урала. Препринт, депонированная рукопись № 43-95 23.10.1995. 45 с.
3. Сначёв А.В., Рыкус М.В., Сначёв М.В., Романовская М.А. Модель золотообразования в углеродистых сланцах Южного Урала // Вестник МГУ. Серия: Геология. 2013. № 2. С. 49-57.
4. Сопко П.Ф., Исмагилов М.И., Серавкин И.Б., Сопко Л.Н. Колчеданные месторождения Баймакского рудного района (геология и условия образования). М.: Наука, 1973. 224 с.

REFERENCES

1. Rykus M.V. *Vulkanizm i metallogeniya Dzhuzinskogo paleovulkanicheskogo poyasa Yuzhnogo*

Urala [Volcanism and Metallogeny of the Dzhuzinsk-Dombarov Paleovolcanic Belt of the Southern Urals]. Ufa, BNTs UrO RAN, 1992. 172 p. [in Russian].

2. Rykus M.V. *Zolotonosnost' dokembriiskikh osadochnykh tolshch zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala* [The Gold Content of the Precambrian Sedimentary Sequences of the Western Slope of the Southern Urals]. Preprint, deponirovannaya rukopis' No. 43-95 23.10.1995. 45 p. [in Russian].

3. Snachev A.V., Rykus M.V., Snachev M.V., Romanovskaya M.A. Model' zolotoobrazovaniya v ugleistykh slantsakh Yuzhnogo Urala [A Model for the Genesis of Gold Mineralization in Carbonaceous Schists of the Southern Urals]. *Vestnik MGU. Seriya: Geologiya – Moscow University Geology Bulletin*, 2013, No. 2, pp. 49-57. [in Russian].

4. Sopko P.F., Ismagilov M.I., Seravkin I.B., Sopko L.N. *Kolchedannye mestorozhdeniya Baimakskogo rudnogo raiona (geologiya i usloviya obrazovaniya)* [The Pyrite Deposits of the Baimak Ore Region (Geology and Formation Conditions)]. Moscow, Nauka Publ., 1973. 224 p. [in Russian].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ ABOUT THE AUTHORS

Рыкус Михаил Васильевич, канд. геол.-минерал. наук, доцент, доцент кафедры «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Mikhail V. Rykus, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Assistant Professor, Assistant Professor of Geology and Oil and Gas Field Exploration Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: rykusmihail@mail.ru

Сначёв Владимир Иванович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий лабораторией рудных месторождений, Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Уфа, Российская Федерация

Vladimir I. Snachev, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Head of Ore Field Laboratory, Institute of Geology, Ufa Federal Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Ufa, Russian Federation

e-mail: SAVant@inbox.ru