

III. ГЕОЛОГИЯ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ЗОНАЛЬНОСТЬ ПАЛЕОВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОЯСОВ И ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ НА КОЛЧЕДАННОЕ ОРУДЕНЕНИЕ (НА ПРИМЕРЕ МАГНИТОГОРСКОЙ МЕГАЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА)

И.Б. Серавкин, А.М. Косарев

Институт геологии УНЦ РАН, Уфа, seravkin@anrb.ru

Как известно [1, 3, 4], на Урале и в других провинциях колчеданные месторождения вулканической ассоциации залегают в вулканических поясах ультрабазит-базальтового, базальтового, базальт-риолитового и базальт-андезит-риолитового состава. В Магнитогорской мегазоне Южного Урала наиболее протяженными и обладающими многочисленными и разнообразными по составу колчеданными месторождениями являются пояса Тубинско-Гайский, Учалинско-Александринский и Джусинско-Домбаровский. Замечательная их особенность — зональное строение, заключающееся в закономерной смене (по простиранию и вкрест простирания) рудовмещающих комплексов различного состава и структуры, коррелирующееся с изменением состава месторождений [5]. Авторами на Южном Урале различаются: Co-Ni-Cu-колчеданный ивановский, Cu-колчеданный домбаровский, Cu-Zn-колчеданный уральский (с тремя подтипами) и Au-колчеданно-полиметаллический баймакский типы месторождений [4, 5].

В рассматриваемых колчеданосных поясах, обладающих отчетливой продольной (по простиранию пояса) зональностью, обычно выделяются рудные районы, отвечающие блокам с различным геологическим строением.

Тубинско-Гайский пояс, образованный вулканическими комплексами баймак-бурибаевской ($D_1 e b-br$) и перекрывающей её с востока ирендыкской ($D_1 e-D_2 ef ir$) свит, формировался в преддуговом бассейне (контрастный комплекс, $b-br_1$) и в условиях ранней (непрерывный комплекс, $b-br_2$) и зрелой (непрерывный гибридный, ir_{1-3} и андезибазальтовый, ir_{1-5} комплексы) островной дуги. В рассматриваемом поясе с юга на север выделяются три рудных района: *Гайский*, *Бурибай-Макан-Подольский* и *Баймакский*. В первом из них, содержащем суперкрупное Гайское месторождение, относящееся к III уральскому подтипу, пространственно совмещены контрастный и непрерывный комплексы $b-br$ свиты и андезибазальтовый комплекс ir свиты, залегающие на мощном базальтовом основании. Многоэтажные преимущественно медноколчеданные рудные тела Гайского месторождения локализованы в крупной вулканической постройке андезидацит-риодацит-дацитового состава. В *Бурибай-Макан-Подольском* рудном районе рудовмещающие комплексы (базальт-риолитовый, $b-br$, андезибазальт-андезит-риолитовый, $b-br_2$ и гибридный непрерывный ir_{1-3}) смещены относительно друг друга в связи с миграцией вулканизма в ВСВ направлении. Соответственно, локализованные в вулканических постройках этих комплексов колчеданные месторождения средних и крупных размеров разобщены в пространстве и образуют ряд объектов различных типов и подтипов (с З на В, с последовательным омоложением возраста рудовмещающих построек и руд): Юбилейное и Бурибайское месторождения I уральского подтипа → Маканские 1-е и 2-е и Октябрьское месторождения III уральского подтипа с проявлением минерализации баймакского типа → Подольское месторождение III уральского подтипа → Восточно-

Подольское месторождение баймакского типа. В *Баймакском* рудном районе рудовмещающими служат андезибазальт-андезит-риолитовый известково-щелочной и местами подстилающий его контрастный комплексы баймак-бурибаевской свиты. Характерными особенностями района являются: обилие экструзивных, субвулканических и гипабиссальных интрузивных тел кислого состава и множество рудоносных вулканических построек небольших размеров. Соответственно, многочисленные мелкие, до средних золото-колчеданно-полиметаллические месторождения рассредоточены по площади, образуя 3 зоны: Западно-, Центральную- и Восточно-Баймакскую, в основном различающиеся по тектоническому строению, но содержащие близкие наборы минералого-геохимических типов золото-колчеданно-полиметаллического оруденения. Зональность оруденения нередко проявляется в пределах локальных рудных полей и выражена в латеральной смене золото-пиритового оруденения золото-полиметаллическим и золото-баритовым (например, рудное поле Куль-юрт-тау – Ново-Троицкое – Графское) или медноколчеданного оруденения (Южное Таш-тау) – золото-полиметаллическим (Центральное и Северное Таш-тау).

Продольная зональность Тубинско-Гайского пояса, заключающаяся в смене типов рудоносных комплексов и изменении состава месторождений, подчеркивается различием геохимических особенностей рудовмещающих пород. Так, базальты рассмотренных рудных районов и рудовмещающих комплексов при близких, в целом низких содержаниях TiO_2 (от 0,28 до 0,77 мас. %), значительно отличаются по содержаниям РЗЭ. Отношения La/Yb в базальтах контрастного комплекса Бурибай-Маканского рудного района варьируют от 1,0 до 1,7, в основных породах непрерывных комплексов Гайского, Макан-Октябрьского и Баймакского районов составляют соответственно 1,65; 1,6–5,1; 3,7–10,5.

Учалинско-Александринский пояс, расположенный в северном замыкании и на восточном крыле Магнитогорской мегазоны, сложен вулканогенными комплексами карамалыташской ($D_2\ ef\ kr$) и улутауской ($D_2\ zv-D_3\ f\ ul$) свит, формировавшихся в междуговом бассейне (контрастный комплекс kr_{1-2} свиты) и в островодужной обстановке (верхние толщи kr_{3-4} и ul свита). В рассматриваемом поясе с севера на юг выделяются *Учалинский*, *Верхнеуральский* и *Александринский* рудные районы. В *Учалинском* районе содержатся крупные медноцинковоколчеданные месторождения II уральского подтипа – Учалинское и Ново-Учалинское, локализованные в кровле нижнего, контрастного ритма kr свиты, на контакте толщи кислых вулканитов (kr_2) и вышележащих вулканогенно-осадочных пород. Кроме того, в районе известны многочисленные рудопроявления. Наиболее значительные из них приурочены к зоне Курпалинского разлома и цепочкой протягиваются в ЮЮВ направлении от западного фланга Учалинского месторождения к восточному флангу Озерного месторождения в соседний с юга Верхнеуральский рудный район. Эти рудопроявления (Березки, Контрольные I, II, III, Курпалы, Высоковольное) содержат золото-полиметаллическую минерализацию, близкую к оруденению баймакского типа. Структурная позиция их напоминает положение месторождений Восточно-Баймакской зоны, локализованных в интенсивно расщепленных породах. *Верхнеуральский* рудный район, по сравнению с Учалинским, занимает более высокое стратиграфическое положение: месторождения уральского III подтипа, контролируемые кольцевой структурой, располагаются в кислых породах верхнего ритма карамалыташского вулканизма, kr_4 (Озерное, Узельгинское, Чебачье, Молодежное месторождения), на контакте карамалыташской и улутауской свит (Западно-Озерное, им. XIX партсъезда, Талганское месторождения) и, отчасти, в нижних горизонтах улутауской свиты (верхние рудные тела Западно-Озерного и им. XIX партсъезда месторождений).

Александринский рудный район сложен контрастным комплексом карамалыташской свиты ($D_2\ ef$) и вулканитами улутауской свиты (урлядинской толщи, $D_2\ žv$), в которой развиты разрезы андезибазальтового, базальт-риолитового и базальт-андезит-риолитового состава. Дифференцированные контрастные и непрерывные серии улутауского уровня, как правило, надстраивают вулканические постройки карамалыташского времени. В районе известны 2 месторождения: Александринское колчеданно-полиметаллическое, Сабановское сернокол-

чеданное и Бабарыкинское рудопоявление, приближающееся к месторождению и имеющее золото-колчеданно-полиметаллический состав. Эти месторождения расположены в кислых породах карамалыташской свиты на различных стратиграфических уровнях. Кроме того, в районе имеется более 20 рудопоявлений колчеданно-полиметаллического состава, локализованных среди кислых пород на разных уровнях карамалыташской свиты, на её контакте с улутаускими вулканитами и среди дифференцированных комплексов улутауской свиты.

Продольная зональность Учалинско-Александринского пояса заключается в смене с севера на юг и в разрезе снизу вверх, от эйфельских к живетским отложениям, контрастного комплекса с толеитовым типом базальтов (Учалинский район, kr_{1-2}) → контрастным известково-щелочным комплексом, содержащим, наряду с базальтами, большие объёмы андезибазальтов (Верхнеуральский район, kr_{3-4}) → контрастным (kr) и непрерывным (ul) известково-щелочными комплексами, тесно связанными между собой (Александринский рудный район). Параллельно от района к району меняется и тип оруденения с соответствующими отношениями рудных компонентов: Учалинский район содержит месторождения II уральского подтипа ($Zn/Cu \approx 3,9$; $Pb/Cu \approx 0,03$); Верхнеуральский район – месторождения III уральского подтипа ($Zn/Cu \approx 3,3$; $Pb/Cu \approx 0,07$); Александринский район – месторождения, промежуточные между уральским и баймакским типами ($Zn/Cu \approx 1,2$; $Pb/Cu \approx 0,17$). Закономерно меняются от района к району и от комплекса к комплексу и содержания TiO_2 и Zr в рудовмещающих базальтах: при близком уровне TiO_2 (от 0,45% до 0,75% масс.) в «учалинских» базальтах содержатся более низкие количества Zr (26–43 г/т), чем в «верхнеуральских» (32–100 г/т), а умеренно магнезиальные базальты Александринского района (с содержаниями $MgO < 8\%$ масс.) имеют заметно более высокие содержания TiO_2 (0,7–0,95% масс.), чем аналогичные породы более северных районов.

Джусинско-Домбаровский пояс, расположенный в южной части восточного крыла Магнитогорской мегазоны, образован базальтовым (Киембаевским, $D_1 e kb$), базальт-риолитовым (Акжарским, $D_1 e ag$), базальт-андезит-риолитовым (Барсучеложским, $D_1-D_2 ef bar$) и трахибазальт-трахириолитовым (Джусинским, $D_1-D_2 ef dzh$) комплексами, последовательно сменяющимися друг друга с юга на север по простиранию пояса. Первые два из них входят в Домбаровский рудный район с месторождениями Летнее, Осеннее, Левобережное (домбаровский тип) и Акжарскими рудопоявлениями (уральский тип), два других слагают Теренсайский рудный район с месторождениями Барсучий лог и Джусинское (баймакский тип). В соответствии с последовательной сменой рудовмещающих комплексов от близкого к океаническому Киембаевского, к предостроводужному Акжарскому и далее к островодужным Барсучеложскому и Джусинскому, плавно меняются и характеристики месторождений: домбаровский тип ($Zn/Cu \approx 0,42$; $Pb/Cu \approx 0,01$) → уральский тип, акжарские рудопоявления ($Zn/Cu \approx 0,8$; $Pb/Cu \approx 0,06$) → близкое к баймакскому типу месторождение Барсучий лог ($Zn/Cu \approx 1,5$; $Pb/Cu \approx 0,25$) → баймакский тип, Джусинское месторождение ($Zn/Cu \approx 1,1$; $Pb/Cu \approx 0,44$). Базальты всех рудовмещающих комплексов Джусинско-Домбаровского пояса, по сравнению с базальтами других рассмотренных поясов, отличаются повышенными содержаниями TiO_2 (от 1,0 до 2,1% масс.), при этом субщелочные базальты островодужного Джусинского комплекса содержат минимальные количества титана (TiO_2 около 1% масс.). По распределению РЗЭ базальты дифференцированных комплексов существенно отличаются от киембаевских базальтов: в Акжарском и Джусинском комплексах значения отношений La/Yb составляют 2,7–5,0, в Киембаевском — 0,5–1,9.

Продуктивность на колчеданное оруденение различных блоков (рудных районов) рассмотренных палеовулканических поясов показана в таблице. Легко видеть, что суммарные запасы руды и основных полезных компонентов ($Cu+Zn$) закономерно уменьшаются по простиранию всех рассмотренных поясов в направлении увеличения степени дифференцированности рудовмещающих комплексов и роста объёмов кислых вулканитов относительно базальтов. Существует также определенная корреляция между запасами руд и металлов и петрогенетическими сериями рудовмещающих комплексов – индикаторов геодинамических обстановок

их формирования. Наиболее продуктивны комплексы, содержащие в основании толщи островодужных толеитов, наименее — комплексы, в которых преобладают известково-щелочные и субщелочные породы. Соответственно, максимальные объёмы руд образовались в связи с контрастными (бимодальными) и непрерывными комплексами, возникшими в предостроводужных трогах и задуговых бассейнах на мощном базальтовом основании, а минимальные — в островодужных обстановках на сиализированном фундаменте.

Таблица

Продуктивность на колчеданное оруденение
палеовулканических поясов Магнитогорской мегазоны
(сведения о запасах взяты из работы [2], ГД обстановках — [4])

Рудоносные зоны (пояса)	Рудные районы	Содержания в тыс. тонн				Cu/Zn	П.С.	ГД обстановки
		руда	Cu	Zn	Cu+Zn			
Тубинско-Гайская	Гайский	469288	6816	3225	10041	2,1	ТОД-ИЩ	ПОД
	Бурибай-Маканский	216762	4209	2711	6920	1,55	ТОД-БОН-ИЩ	ПОД
	Баймакский	10470	259	587	846	0,44	ИЩ	ОД
Учалинско-Александринская	Учалинский	225953	2307	7234	9541	0,32	ТОД	ЗДБ
	Верхнеуральский	179758	2970	3932	6902	0,75	ТОД-ИЩ	ЗДБ-ОД
	Александринский	9820	168	204	372	0,82	ТОД-ИЩ-СЩ	ЗДБ-ОД
Джусинско-Домбаровская	Домбаровский	29854	864	400	1264	2,16	Т	ОР-ПОД
	Теренсайский	10600	323	334	657	0,97	Ш-ИЩ	ОД

Примечания: П.С. — петрогенетические серии подрудных и рудовмещающих вулканитов: ТОД — толеитовая островодужная, БОН — бонинитовая, ИЩ — известково-щелочная, Т — толеитовая океаническая, СЩ — субщелочная, Ш — шшонитовая; ГД — геодинамические (обстановки): ПОД — предостроводужная, ОД — островодужная; ЗДБ — задугового бассейна, ОР — океанического рифта.

Выводы

Колчеданосные пояса Магнитогорской мегазоны обладают структурно-палеовулканологической зональностью, заключающейся в усложнении состава рудоносных комплексов по их простирианию, коррелирующемся с рассредоточением оруденения и уменьшением общего объёма рудного вещества.

Состав руд колчеданных месторождений прямо зависит от состава рудоносных комплексов, изменяясь от Co-Ni-Cu-колчеданного в ультрабазитах, к Zn-Cu-колчеданному в базальтах, далее — к Cu-Zn-колчеданному в бимодальных и последовательно дифференцированных комплексах на мощном базальтовом основании и к Au-Ba-Pb-Cu-Zn-колчеданному в последовательно дифференцированных комплексах, сформированных на сиализированном основании.

Петролого-геохимический аспект зональности колчеданосных поясов заключается в закономерной смене по простирианию вулканитов толеитовых и толеитовых островодужных серий — известково-щелочными и субщелочными, соответственно, продуктивность вулканогенных комплексов на колчеданное оруденение находится в целом в обратной зависимости от содержаний TiO₂, Zr и отношения La/Yb.

Статья подготовлена при финансовой поддержке программ «Поволжье» (проект РФФИ 08-05-97005 и договор с АН РБ № 40/37-П) и Президиума РАН № 23 П.

Литература:

1. Вулканогенная металлогения Южного Урала / И.Б. Серавкин, С.Е. Знаменский, А.М. Косарев и др. М.: Наука, 1994. 160 с.

2. Материалы к путеводителю по колчеданным месторождениям Южного Урала / *В.В. Зайков, В.В. Масленников, К.А. Новоселов и др.* Миасс: ИМин УрО РАН, 1998, 81 с.
3. Медноколчеданные месторождения Урала: Геологическое строение / *В.А. Прокин, Ф.П. Буслав, М.И. Исмаилов и др.* Свердловск: УрО АН СССР, 1988. 241 с.
4. **Серавкин И.Б.** Вулканогенные колчеданные месторождения Южного Урала // Геодинамика, магматизм, метаморфизм и рудообразование / *Отв. ред. Н.П. Юшкин, В.Н. Сазонов.* Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 638–669.
5. **Серавкин И.Б.** Эндогенная зональность колчеданных месторождений Южного Урала // Рудогенез: Материалы международной конференции (2–7 февраля 2008 г.). Миасс; Екатеринбург: УрО РАН, 2008. С. 279–282.

ДЕФОРМАЦИОННАЯ СТРУКТУРА КОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАКР-УЗЯК

С.Е. Знаменский, А.М. Косарев

Институт геологии УНЦ РАН, г. Уфа, Znamensky_Sergey@mail.ru

Колчеданное месторождение Бакр-Узяк находится на западном крыле Магнитогорской синформы в северной части одноименной брахиантиклинальной складки. Оно локализовано в висячем крыле субмеридионального Восточно-Бакрузьякского разлома, представляющего собой западную ветвь регионального Кизильского разрывного нарушения. Брахиантиклиналь сложена вулканитами бакрузьякского комплекса, относящегося к карамалыташской свите (D₂), терригенно-тефроидными отложениями улутауской свиты (D₃), кремнистыми осадками мукасовского горизонта (D₃) и осадочными отложениями, предположительно относящимися к зилаирской свите (D₃).

Нами выполнены детальные структурные исследования в эксплуатационном карьере месторождения. Кроме того проведено картирование естественных обнажений, расположенных в северной части Бакрузьякской брахиантиклинали. Результаты выполненных исследований, в сочетании с материалами предыдущих поисково-разведочных работ, позволяют представить следующую модель деформационной структуры месторождения.

По нашим данным, основными элементами деформационной структуры месторождения служат два разрывных нарушения западного падения, образующих зону Восточно-Бакрузьякского разлома: пологий высокоамплитудный надвиг и более крутой левый сбросо-сдвиг (рис.). Надвиг имеет изогнутую форму. Его фронтальная часть, вскрытая карьером, состоит из чешуйчатых разломов, круто падающих на запад под углами 60–85°.

Отдельные разломы представлены зонами интенсивного расщепления, сериями разрывов с глиной трения и зеркал скольжения, часто формирующих дуплексы надвигового типа. Мощность разрывных зон достигает 10–15 м. Анализ приразломных складок и линейности пересечения в дуплексах показал, что в кинематическом отношении чешуйчатые разломы представляют собой взбросы. Со стороны висячего бока зона чешуйчатых разломов оперяется западновергентными взбросами и взбросо-надвигами. По падению на глубинах 150–200 м надвиг приобретает близгоризонтальное залегание. Разлом в этом интервале имеет дуплексную структуру. Строение надвига на более глубоких горизонтах достоверно не установлено. Судя по данным бурения, угол его падения здесь увеличивается до 30–40°. Вулканогенные породы бакрузьякского комплекса, распространенные в висячем крыле надвига, смяты в лежащую антиклиналь. Ядро складки выполнено серицит-кварцевыми метасоматитами, вмещающими колчеданные залежи. Они располагаются на одном рудоносном уровне, кото-