УДК 559.424 (571.55)

О ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ МЕЗОЗОЙСКИХ ВУЛКАНИТОВ РУДНЫХ ПОЛЕЙ ЗОЛОТОРУДНЫХ И ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Б. Н. Абрамов

Представлено академиком РАН Ю.М. Пушаровским 01.07.2017 г.

Поступило 24.07.2017 г.

В Восточном Забайкалье выявлена поперечная петрогеохимическая зональность в размещении вулканитов шадаронской (J_{2-3}) и мулинской (J_{2-3}) серий, характерная для вулканических дуг. Во фронтальной зоне вулканической дуги, в шовной зоне Монголо-Охотской сутуры (МОС), развиты вулканиты толеитовой и известково-щелочной серий, в тыловой зоне МОС — вулканиты известково-щелочной серии. Вулканиты фронтальной и тыловой частей отличаются по петрогеохимическому составу, по степени окисленности железа и распределению редкоземельных элементов. Эти различия характерны для вулканических дуг зон перехода от океана к континенту. Вулканоплутонические структуры фронтальной зоны МОС продуцируют золотое оруденение, тыловой зоны МОС — полиметаллическое оруденение.

Ключевые слова: Восточное Забайкалье, вулканиты шадаронской и мулинской серий, вулканическая дуга, петрогеохимическая зональность.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5652487165-68>

В рудных полях мезозойских месторождений Восточного Забайкалья: Балеysком, Погромном, Верхне-Алиинском, Андрюшкинском золоторудных месторождений; Нойон-Тологойском, Акатуевском и Ново-Широкинском полиметаллических месторождений, развиты вулканогенные образования шадаронской (J_{2-3}) и мулинской (J_{2-3}) серий. Они с комагматичными им интрузиями образуют вулканоплутонические комплексы (ВПК), рис. 1.

Выяснение геохимических особенностей вулканитов рудных полей золоторудных и полиметаллических месторождений является важным звеном для познания процессов рудообразования.

В результате коллизионных и постколлизионных процессов в средне-позднеюрский период в Восточном Забайкалье образованы вулканоплутонические структуры, приуроченные к крупным тектоническим нарушениям северо-восточного простирания [1]. Образование вулканитов сопровождалось формированием рифтогенных впадин и магматизмом различных геохимических типов [2, 3]. Для этой стадии характерно развитие субщелочных эффузивов, относимых к дифференцированным сериям латитовой специализации. Повышенная проницаемость Монголо-Охотской сутуры (МОС) в средне-позднеюрский период способствовала проникновению в литосферу мантийного вещества. Это привело к обра-

зованию очагово-купольных структур [4]. В центральных частях этих структур размещаются штоки магматических образований кислого состава (граниты, гранодиориты), в периферийных частях — эффузивные образования. С такими структурами связано образование месторождений цветных и благородных металлов.

В Балеysком рудном районе образование вулканитов шадаронской серии связано с процессами формирования Балеysкой вулканоплутонической структуры, имеющей зональное строение. В центре этой структуры расположены гранитные штоки шахтаминского комплекса (J_{2-3}), далее по мере продвижения к периферии структуры развиты субвулканические штоки монзонит-диоритов, гранодиоритов, даек диоритовых порфиринов того же комплекса. К этой зоне приурочены месторождения и рудопроявления золота. По периферии кольцевой структуры развиты вулканогенно-осадочные отложения шадаронской серии (J_{2-3}). Возраст отложений шадаронской серии соответствует палинокомплексам средней-поздней юры [5]. Изотопный возраст вулканитов нижних частей разреза шадаронской серии составляет 148 ± 3 млн лет, верхних частей разреза — 173 ± 10 млн лет [6].

Южнее МОС с Широкинской кольцевой вулканоплутонической структурой связано образование Ново-Широкинского золотополиметаллического месторождения. В центральной части этой структуры развиты штоки гранитоидов шахтамин-

Рис. 1. Схема размещения мезозойских эффузивов и месторождений золота и полиметаллов Восточного Забайкалья: 1 — Монголо-Охотская сутура: а — основная ветвь, б — Ононская ветвь; мезозойские вулканогенно-осадочные отложения (J_{2-3}); 2 — джарга-лантуйской свиты (J_{2-3}); 3 — шадаронской серии (J_{2-3}); 4 — мулинской серии (J_{2-3}); 5 — приаргунской серии (J_{2-3}); 6 — месторождения: 1 — Погромное (Au), 2 — Балеysкое (Au), 3 — Андрюшкинское (Au), 4 — Верхне-Алиинское (Au), 5 — Нойон-Тологойское (Pb, Zn), 6 — Акатуевское (Pb, Zn), 7 — Ново-Широкинское (Pb, Zn, Au); 7 — линия, разграничивающая вулканиты с геохимическими характеристиками фронтальной (I) и тыловой (II) частей вулканической дуги.

ского комплекса (J_{2-3}), в периферийных частях — эффузивы шадаронской серии, вмещающие полиметаллическое оруденение. Изотопный возраст вулканитов нижней толщи составляет 175 ± 9 – 168 ± 7 млн лет, верхней толщи — 156 ± 6 – 140 ± 4 млн лет [7].

С ВПК, образованной вулканитами мулинской серии с интрузиями акатуевского комплекса (J_{2-3}), связано образование Акатуевского и Нойон-Тологойского полиметаллических месторождений [8, 9]. Вулканиты мулинской серии контрастны по своему составу (от кислых до основных) с содержанием прослоек пирокластики и осадочных пород. Мулинская серия подразделяется на залгатуйскую свиту (J_2) умеренно кислого и среднего состава вулканитов и кайласскую (J_{2-3}) свиту вулканитов преимущественно среднего состава. В Нойон-Тологойском месторождении основное промышленное оруденение сосредоточено в мультуобразных погружениях, выполненных эффузивами залгатуйской свиты (J_{2-3}) [9]. Установлено, что Ag–Ag-возраст амфиболов эффузивов кайласской свиты (J_{2-3}) в районе Акатуевского полиметаллического месторождения составляет $161 \pm 1,7$ млн лет [10].

Сравнительный анализ геохимического состава средне-позднеюрских вулканитов шадаронской и мулинской серий выявил наличие поперечной петрогеохимической зональности, типичной для вулканических дуг. Такая зональность присуща Курильской островной дуге [11]. Вулканиты (J_{2-3}), развитые в шовной зоне МОС, имеют геохимические характеристики, свойственные фронтальным частям вулканических дуг. Вулканиты (J_{2-3}), расположенные южнее МОС, имеют геохимические особенности, характерные для тыловых частей вулканических дуг. ВПК, развитые во фронтальной части вулканической дуги, продуцируют золоторудную минерализацию, ВПК тыловых частей вулканической дуги — полиметаллическую минерализацию. Такая же рудная специализация типична для Курильской островной дуги [11, 12].

Поперечная петрогеохимическая зональность вулканитов шадаронской и мулинской серий при удалении от МОС на юго-восток отражается в следующих изменениях геохимического состава:

1. Геохимические особенности вулканитов золоторудных месторождений, расположенных в шовной зоне МОС, отвечают вулканитам как толеито-

вой, так и известково-щелочной серий, вулканы полиметаллических месторождений соответствуют вулканитам известково-щелочной серии. Как правило, для фронтальных частей вулканических дуг типичны вулканы толеитовой серии, тыловым частям вулканических дуг присущи вулканы известково-щелочной серии (рис. 2, 3а).

2. Вулканы рудных полей золоторудных месторождений в значительной части относятся к вулканитам Na-серии ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} > 4$), вулканы полиметаллических месторождений — к K-Na-серии ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 0,4-4,0$). Такая же закономерность характерна для Курильской островной дуги [11].

3. Вулканы полиметаллических месторождений характеризуются более значительной степенью окисленности железа и меньшей степенью дифференциации магматических очагов (рис. 3б). Значения степени окисленности железа (мера окислительных условий), соотношённые с кремнекислотностью пород в вулканитах золоторудных месторождений, варьируются от 0,19 до 0,68; в вулканитах полиметаллических месторождений — от 0,43 до 0,93 (рис. 3б). Такая закономерность по окислительным условиям типична для вулканитов островных дуг зон перехода континент—океан [11, 13].

4. Вулканы золоторудных месторождений в сравнении с вулканитами полиметаллических месторождений характеризуются повышенными содержаниями тяжёлых РЗЭ (рис. 3в). Отношения $(\text{La}/\text{Yb})_n$

Рис. 2. Диаграмма А–F–М вулканитов рудных полей золоторудных и полиметаллических месторождений Восточного Забайкалья: 1 — вулканы золоторудных месторождений, 2 — вулканы полиметаллических месторождений.

Рис. 3. Квалификационные диаграммы: а — Zr/Nb – Nb/Th , б — Eu/Eu^* — f ; в — $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{PM}}$ – $(\text{Gd}/\text{Yb})_{\text{PM}}$ вулканитов рудных полей мезозойских месторождений Восточного Забайкалья: а) 1 — значения вулканитов золоторудных месторождений, 2 — значения вулканитов полиметаллических месторождений. UC — верхняя континентальная кора, PM — примитивная мантия, DM — приповерхностная деплетированная мантия, DEP — глубинная деплетированная мантия, REC — рециклированный компонент, EN — обогащённый компонент, HIMU — источник с высокими отношениями U/Pb , EMI и EMI — обогащённые мантийные источники, ARC — островодужные базальты, N-MORB — базальты срединно-океанических хребтов, OIB — базальты океанических хребтов, OPB — базальты океанических плато; б) 1 — значения вулканитов золоторудных месторождений (I), 2 — значения вулканитов полиметаллических месторождений (II), $f = (\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) + 0,38 - \text{SiO}_2/200$ [14]; в) 1 — значения вулканитов золоторудных месторождений (I), 2 — значения вулканитов полиметаллических месторождений (II). При построении диаграмм на рис. 2 и 3 использованы данные [15].

в вулканитах золоторудных месторождений колеблется от 4,4 до 18,2; в вулканитах полиметаллических месторождений — от 12,1 до 47,66.

Таким образом, в Восточном Забайкалье отмечается поперечная петрогеохимическая зональность размещения средне-позднеюрских вулканитов шадаронской и мулинской серий Восточного Забайкалья, характерная для вулканических дуг. Во фронтальной зоне вулканической дуги, в шовной зоне МОС, развиты вулканиты толеитовой и известково-щелочной серий, в тыловой части на удалении от Монголо-Охотской сuture отмечаются вулканиты известково-щелочной серии. ВПК фронтальной части продуцируют золотое оруденение, ВПК тыловой части — полиметаллическое оруденение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зорин Ю.А., Беличенко В.Г., Рутштейн И.Г., Зорина Л.Д., Спиридонов А.М. // Геология и геофизика. 1998. Т. 39. № 11. С. 104–112.
2. Антипин В.С. Геохимическая эволюция известково-щелочного и субщелочного магматизма. Новосибирск: ВО “Наука”, 1992. 223 с.
3. Таусон Л.В., Антипин В.С., Захаров М.Н., Зубков В.С. Геохимия мезозойских латитов Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1984. 205 с.
4. Спиридонов А.М., Зорина Н.А., Китаев Н.А. Золотоносные рудно-магматические системы Забайкалья. Новосибирск: Гео, 2006. 291 с.
5. Сеница С.М., Старухина Л.П. Новые данные по геологии Забайкалья. М.: Недра, 1986. 73 с.
6. Ступак Ф.М., Кудряшова В.А., Лебедев В.А. // Вулканология и сейсмология. 2016. № 2. С. 18–31.
7. Зорина Л.Д., Санин Б.П. // Геохимия. 1980. № 2. С. 217–225.
8. Таусон Л.В., Захаров М.Н. // Геохимия. 1974. № 3. С. 380–391.
9. Абрамов Б.Н. // Геология и геофизика. 2017. Т. 58. № 2. С. 215–230.
10. Сасим С.А., Дриль С.И., Травин А.В., Владимиров Т.А., Герасимов Н.С., Носкова Ю.В. Материалы совещания “Современные проблемы геохимии”. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2012. Т. 2. С. 241–245.
11. Попеко В.А., Воинова И.П., Зуенко В.В. // ДАН. 1978. Т. 243. № 5. С. 1250–1254.
12. Сидоров А.А., Чехов А.Д., Волков А.В., Алексеев И.Ю. // ДАН. 2011. Т. 438. № 4. С. 500–505.
13. Белый В.Ф. // Вулканология и сейсмология. 2008. № 6. С. 24–40.
14. Мишин Л.Ф., Чжао Чунцзин, Солдатов А.И. // Тихоокеан. геология. 2003. Т. 22. № 3. С. 28–47.
15. Сасим С.А., Чуканова В.С., Ильина Н.Н., Семёнова Ю.В., Ощепкова А.В. // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. наук о Земле 2012. Т. 5. № 2. С. 209–228.

ON PETROGEOCHEMICAL ZONING OF MESOZOIC VOLCANITES OF THE ORE FIELDS OF GOLD AND POLYMETALLIC DEPOSITS OF THE EASTERN TRANSBAIKALIA

B. N. Abramov

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chita, Russian Federation

Presented by Academician of the RAS Yu.M. Pushcharovskii July 1, 2017

Received July 24, 2017

Transverse petrogeochemical zoning in the location of volcanites of Shadaronky (J_{2-3}) and Mulinsky (J_{2-3}) series, characteristic of volcanic arcs, has been revealed in the Eastern Transbaikalia. Volcanites of the tholeiitic and calc-alkaline series are developed in the frontal zone of the volcanic arc, in the suture zone of the Mongolo-Okhotsk suture (MOS), in the rear zone of the MOS — volcanites of the calc-alkaline series. The volcanites of the frontal and rear parts differ in their petrogeochemical composition, in the degree of oxidation of iron and in the distribution of rare earth elements (REE). These differences are characteristic of the volcanic arcs of the transition zones from the ocean to the continent. Vulcano-plutonic structures of the frontal zone of MOS produce gold mineralization, the rear zone of MOS — polymetallic mineralization.

Keywords: Eastern Transbaikalia, volcanites of Shadaronky and Mulinsky series, volcanic arc, petrogeochemical zoning.