

ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СИСТЕМАТИКА И ГЕОХРОНОЛОГИЯ ПОРОД ШОШОНИТ-ЛАТИТОВОЙ СЕРИИ АЛЕКСАНДРОВО-ЗАВОДСКОЙ ВПАДИНЫ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Сасим¹ С.А., Дриль¹ С.И., Травин² А.В., Чуканова¹ В.С., Ильина¹ Н.Н., Семенова¹ Ю.В.

¹*Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск,
e-mail: sasim@igc.irk.ru*

²*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск,
e-mail: travin@uiggm.nsc.ru*

История геодинамического развития Забайкальского сегмента Монголо-Охотского складчатого пояса в палеозое и мезозое рассматривается рядом исследователей [Парфенов и др., 2003] как необратимый направленный эволюционный ряд различных геодинамических обстановок, возникающих в океаническую, переходную и континентальную стадии, в которых запечатлены конструктивные процессы преобразования океанической коры в континентальную и последующей неоднократной ее деструкции, аккреции и коллизии. Переход складчатого пояса к внутриконтинентальному этапу своего развития сопровождался на рубеже средней юры - раннего мела широким развитием магматизма, различного геохимического типа [Антипин, 1992; Геохимия мезозойских..., 1984]. Традиционно для территории Юго-Восточного Забайкалья позднемезозойский этап тектонического развития подразделяется на две стадии [Первов и др., 1987]. С эволюцией тектонического режима происходила и смена состава вулканических пород. Для ранней стадии характерно развитие субщелочных эффузивов повышенной калиевоности, относимых к геохимическому типу шошонит-латитовых серий [Геохимия мезозойских..., 1984]. На поздней стадии породы варьируют по составу от трахибазальтов повышенной титанистости до трахидацитов и субщелочных риолитов [Первов и др., 1987].

Традиционно генезис пород шошонит-латитовой серии Забайкалья связывался с процессом взаимодействия флюидонасыщенных мантийных базитовых расплавов и вещества континентальной коры. Процесс ассимиляции основными магмами корового вещества проходил в коровых периферических очагах и совместно с процессом кристаллизационной дифференциации расплавов давал протяженную серию пород от основных через средние к кислым, имеющим «пеструю» геохимическую специфику [Геохимия мезозойских..., 1984; Антипин, 1992].

В пределах северного борта Александрово-Заводской впадины, локализованной в Аргунской структурно-формационной зоне, выделяются интрузивные образования классического проявления магматизма шошонит-латитовой серии – акатуевского комплекса, возраст которого согласно К-Аг изотопному датированию определен в пределах 166-147 МА [Геохимия мезозойских..., 1984], а также три толщи вулканических пород юрско-мелового возраста.

В настоящее время принято следующее подразделение исследуемых интрузивных и стратиграфических образований: акатуевский комплекс включает в себя одноименный массив площадью 45 км² и ряд малых интрузий, вещественно близких Акатуевскому массиву; нижняя (J₂₋₃) и верхняя (J₃-K₁) вулканогенная толщи основного и среднего состава объединены в нижнюю и верхнюю пачки кайласской свиты соответственно и разделены между собой пачкой туфогенно-осадочных пород; кислые вулканы верхней толщи раннемелового возраста отнесены к тургинской свите [Объяснительная записка..., 2000].

В строении Акатуевского массива выделяются три фазы внедрения. Образования первой фазы крайне ограниченно распространены в северной краевой части массива и представлены оливинowymi и пироксен-амфиболовыми монцонитами. Породы первой фазы испытали сильное контактовое воздействие при формировании пород второй (главной) фазы Акатуевского массива. Вторая (главная) фаза внедрения слагает основную часть массива.

Она представлена биотит-амфиболовыми монцонитами и, реже, кварцевыми монцонитами. Образования третьей (заключительной) фазы внедрения представлены дайками сиенитов, большинство из которых сконцентрировано вокруг массива.

Авторами получены Ag-Ag изотопные датировки амфиболов из пород первой и второй фаз массива: 154.8 ± 4.4 МА и 160.7 ± 3.9 МА. Несколько парадоксальным кажется факт более молодого возраста пород первой фазы по сравнению со второй, хотя в пределах погрешности определения оба возраста практически совпадают. Кроме того, монцониты первой фазы, занимающие крайне незначительный объем интрузии, длительное время находились под влиянием остывающего расплава, сформировавшего породы наиболее объемной второй фазы, что могло повлиять на сохранность изотопной K-Ag системы. Примечательно, что Ag-Ag возраст амфибола из латита нижней пачки кайласской свиты, составляет 161.5 ± 1.7 МА. Этот факт уверенно подтверждает синхронность формирования пород интрузивной и вулканической фаций шошонит-латитовой серии Александрово-Заводской впадины.

При отнесении магматических образований к шошонит-латитовой серии необходимо учитывать принадлежность их к субщелочному ряду [Богатиков и др., 1981], относительно высокое содержание K_2O [Pecserillo, Taylor, 1976], отношение K_2O/Na_2O в пределах 0.5-2.0 [Wilson, 1989], низкую концентрацию TiO_2 (<1.3 %) у основных пород, прогрессивно снижающуюся к кислым дифференциатам [Morrison, 1980]. Породы с высоким содержанием TiO_2 (>1.3 %), несмотря на повышенное содержание в них K_2O , принципиально отличаются от пород шошонитовой серии и относятся к трахибазальтовой серии. Согласно данным критериям, породы Акатуевского массива и вулканы нижней пачки кайласской свиты относятся к шошонит-латитовой серии (K_2O – 2.83-4.52 вес. %; K_2O/Na_2O – 0.5-1.78; TiO_2 – 0.17-1.34 вес.%).

Все типы пород Акатуевского массива характеризуются высокими суммарными содержаниями редкоземельных элементов и обогащенными нормированными спектрами распределения. Породы первой фазы Акатуевского массива характеризуются наибольшими Σ_{REE} (373-453 г/т) и высокой степенью преобладания легких редких земель над тяжелыми ($La/Yb_{(N)} = 31.06-41.38$) при отчетливо проявленной отрицательной европиевой аномалии ($Eu/Eu^* = 0.72-0.78$). Последнее служит указанием на то, что расплавы, формировавшие оливиновые монцониты и амфибол-пироксеновые монцониты первой фазы были фракционированными относительно полевого шпата, концентрировавшего в своей структуре Eu. Для пород второй (главной) фазы массива величина Σ_{REE} несколько уменьшается и лежит в пределах 300-427 г/т. Нормированный спектр лантаноидов становится менее дифференцированным – $La/Yb_{(N)} = 19.50-41.42$, а отрицательная европиевая аномалия углубляется ($Eu/Eu^* = 0.59-0.86$). Уменьшение величин Σ_{REE} и $La/Yb_{(N)}$ в породах главной фазы внедрения массива по сравнению с породами первой фазы авторы склонны связывать с процессом кристаллизационной дифференциации расплава, в котором кроме силикатных фаз, представленных оливином, клинопироксеном, амфиболом, плагиоклазом и, возможно, K-Na полевым шпатом, значимое участие принимал апатит. Этот аксессуарный минерал резко обогащен легкими лантаноидами и присутствует в виде многочисленных включений в железо-магнезиальных минералах монцонитоидов. Породы третьей (заключительной) фазы имеют самые низкие суммарные содержания REE ($\Sigma_{REE}=152-268$ г/т) и наименее дифференцированные нормированные спектры редких земель – $La/Yb_{(N)} = 8.69-32.62$. Величина отрицательной европиевой аномалии в большинстве пород этой фазы незначительна ($Eu/Eu^* = 0.82-0.94$). Распределение рассеянных элементов в интрузивных породах Акатуевского массива и вулканах нижней пачки кайласской свиты характеризуется близкими спектрами, что подчеркивает их формирование из единого родоначального расплава и наличие, таким образом, вулкано-плутонической ассоциации (рис. 1). Характерными особенностями интрузивных пород Акатуевского массива по сравнению с вулканической фацией являются более высокие уровни накопления Th, U и Zr. Сравнение составов пород Акатуевской вулкано-плутонической ассоциации со средними составами базальта океанических островов (OIB) на мультикомпонентной диаграмме (рис.1)

показывает, что они существенно обогащены по сравнению с ОИВ такими группами элементов, как LILE (K, Rb, Ba, Sr), LREE, Th и U при существенном дефиците в области HFSE (Nb, Ti) и P. Дефицит Nb и Ti свидетельствует о том, что мантийный источник расплавов шошонит-латитовой серии был метасоматически изменен предшествующим процессом субдукции. Воздействие на мантийный субстрат существенно водного флюидного потока, генерирующегося в результате дегидратации погружающейся океанической коры, способствует образованию акцессорных фаз, способных концентрировать HFSE. При последующем плавлении такого мантийного источника, формирующиеся расплавы оказываются существенно обеднены элементами высокочарядной группы. Палеогеодинамические реконструкции для Монголо-Охотского складчатого пояса [Парфенов и др., 2003] указывают на существование в позднем палеозое зон субдукции по периферии одноименного палеоокеана. Эти субдукционные процессы должны были оказать метасоматизирующее воздействие на значительные объемы мантии, сопряженной с зонами субдукции. Посторогенные (внутриплитные) магматические образования, проявленные в мезозойское время в пределах Монголо-Охотского складчатого пояса, могли в той или иной степени унаследовать черты мантийного источника, претерпевшего в прошлом субдукционный метасоматоз. Характерным примером магматических пород такого генезиса могут служить породы шошонит-латитовой серии Забайкалья. Ярко проявленный дефицит HFSE указывает на связь этих магматических пород с субдукционной геодинамической обстановкой, а высокие содержания LILE и легких REE указывают на внутриплитный характер магматических расплавов. Подобный пример иллюстрируют интрузивные породы раннеюрского комплекса Тонгши восточной части Северо-Китайского кратона, сформировавшиеся в постколлизивной геодинамической обстановки (рис. 1, кривая 4).

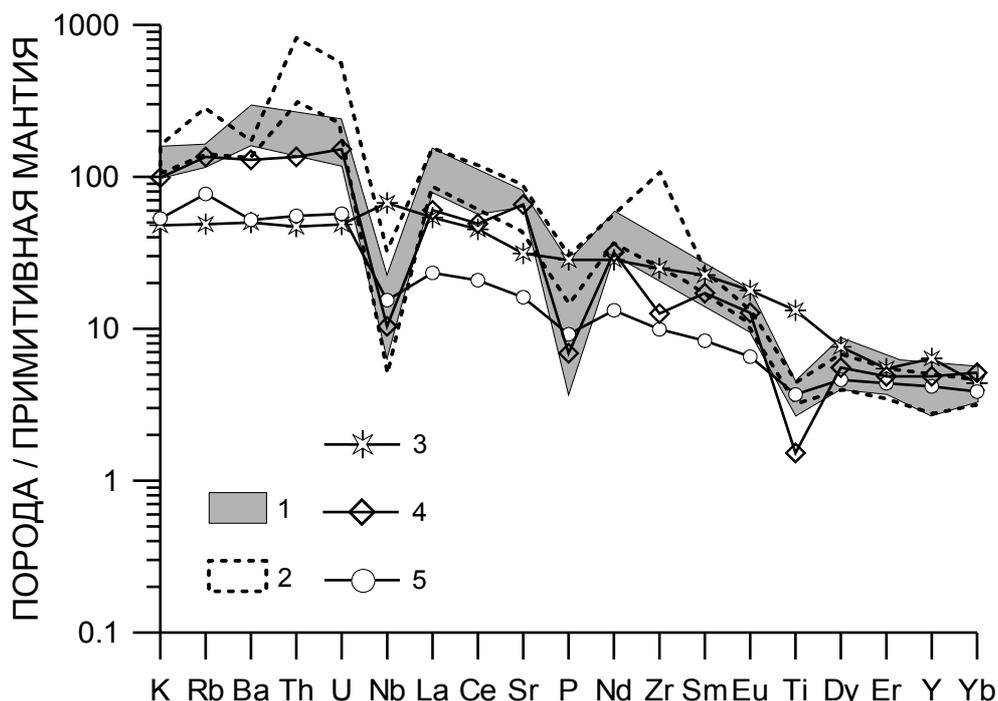


Рис. 1. Мультикомпонентная спайдердиаграмма для пород Акатуевской вулканоплутонической ассоциации. Условные обозначения: 1 – вулканы нижней пачки кайласской свиты; 2 – интрузивные породы ранней и главной фаз Акатуевского массива; 3 – средний состав базальта океанических островов (ОИВ) по [Sun, McDonough, 1989]; 4 – состав постколлизивного монцодиорита из интрузивного комплекса Тонгши, Северо-Китайский кратон по [Lan et al; 2012]; 5 – средний состав континентальной коры района активных континентальных окраин по [Rudnick, Fountain, 1995]. Состав примитивной мантии для коэффициента нормирования по [Sun, McDonough, 1989].

Монцитониты первой и главной фаз массива имеют изотопный состав стронция ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(160\text{MA})} = 0.70644-0.70677$) относительно более радиогенный по сравнению с таковым

$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(160\text{MA})}=0.7045-0.7055)$ в других мезозойских внутриплитных базитах региона. Подобными изотопными отношениями стронция характеризуются и комагматичные вулканические породы нижней пачки кайласской свиты – $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(160\text{MA})} = 0.70628-0.70688)$. Этот факт может служить указанием на то, что в генезисе расплавов шшонит-латитовой серии кроме мантийного источника, может принимать участие и некоторое количество корового вещества. Слабоотрицательные значения величин в породах Акатуевской вулканоплутонической ассоциации $\epsilon\text{Nd}_{(t)} = (-2.1)-(-0.2)$ также могут быть связаны с процессом контаминации первичного мантийного расплава веществом континентальной коры. Состав этого корового компонента должен характеризоваться величинами $\epsilon\text{Nd} \geq (-10)$, что отличает его от общепринятых средних составов верхней ($\epsilon\text{Nd} = -25$) или нижней континентальной коры ($\epsilon\text{Nd} = -30$). Предположительно, таким изотопным составом может обладать фанерозойская континентальная кора региона, в составе которой значительное место занимают отложения аккреционных клиньев и островных дуг.

Акатуевский монцитонитовый комплекс и вулканические породы нижней пачки кайласской свиты, представляющие собой вулканоплутоническую ассоциацию, иллюстрируют проявление шшонит-латитового магматизма на территории Юго-Восточного Забайкалья, приуроченного к постаккреционному этапу развития Монголо-Охотского складчатого пояса. Источниками расплавов, сформировавших породы Акатуевской вулканоплутонической ассоциации, исходя из поведения рассеянных элементов и изотопного состава Sr и Nd, являются мантия обогащенного типа, претерпевшая эпизод метасоматического воздействия водного флюида и подчиненное количество корового вещества.

Исследования выполнялись при финансовой поддержке грантов РФФИ №11-05-00925, №12-05-00850, №12-05-31334, а также Интеграционных проектов СО РАН № 79 и № 87.

Литература

- Антипин В.С. Геохимическая эволюция известково-щелочного и субщелочного магматизма. – Новосибирск: ВО «Наука», 1992. – 223 с.
- Богатиков О.А., Гоньшакова В.И., Ефремова С.В. и др. Классификация и номенклатура магматических горных пород. – М.: Недра, 1981. – 160 с.
- Геохимия мезозойских латитов Забайкалья / Таусон Л.В., Антипин В.С., Захаров М.Н., Зубков В.С. – Новосибирск: Наука, 1984. – 215 с.
- Объяснительная записка к геологической карте РФ масштаба 1:200 000. Лист М-50-Х. – М., 2000 г. – 132 с.
- Парфенов Л.М., Берзин Н.А., Ханчук А.И., и др. Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии // Тихоокеанская геология. 2003. №6. С. 7-41.
- Первов В.А., Дрынкин В.И., Керзин А.Л., Келлер Й. Геохимия субщелочных вулканических серий двух стадий позднемезозойской тектоно-магматической активизации Юго-Восточного Забайкалья / Геохимия. 1987. №6. С. 798-811.
- Lan T.G., Fan H.R., M. Santosh, Hu F.F., Yang K.F., Yang Y.H., Liu Y. Early Jurassic high-K calc-alkaline and shoshonitic rocks from the Tongshi intrusive complex, eastern North China Craton: Implication for crust-mantle interaction and post-collisional magmatism // Lithos. 2012. V. 140-141. P. 183-199.
- Morrison G.W. Characteristics and tectonic setting of shoshonite rock association // Lithos. 1980. V. 13. №1. P. 97-108.
- Peccerillo A., Taylor S.R. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey // Contrib. Mineral. Petrol. 1976. V.58. №1. P. 63-81.
- Rudnick R.L., Fountain D.M. Nature and composition of the continental crust: a lower crust perspective. / Reviews of geophysics. 1995. V. 33, №3. P. 267-309.
- Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Magmatism in Ocean Basins. Geol. Soc. London Spec. Publ., 1989. V.42. P. 313-346.
- Wilson, M. Igneous petrogenesis. – London: Unwin Hyman, 1989. – 446 p.