

МЕЗОЗОЙСКИЕ-РАННЕКАЙНОЗОЙСКИЕ РИФТОГЕННЫЕ БАЗАЛТЫ УДИНСКОЙ И ЗАЗИНСКОЙ ВПАДИН (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Андрющенко С.В., Воронцов А.А.

Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск,
e-mail: svandrus84@gmail.com

Удинская и Зазинская впадины принадлежат Удино-Витимскому сектору позднемезозойской–кайнозойской Западно-Забайкальской рифтовой области (ЗЗРО). Она протягивается от западного фланга хребта Малый Хамар-Дабан на северо-восток через все Забайкалье, вплоть до Витимского плоскогорья, на 1000 км при ширине 200-300 км и является продолжением Северо-Монгольской системы рифтов, получивших свое развитие еще в начале позднего палеозоя [Гордиенко и др., 2010; Кузьмин и др., 2011]. Рифтовая область контролируется поясом субширотных–северо-восточных разломов Джидинского, Илькино-Кижингинского, Тугнуйско-Хилокского и Удино-Витимского секторов. В ее пределах широко распространены щелочные и субщелочные породы: базальты, базальтовые трахиандезиты, трахиты, тешениты, тефриты, фонолиты, трахиты, щелочные сиениты и граниты, комендиты и пантеллериты, а также карбонатиты. В развитии ЗЗРО выделяется несколько этапов внутриплитного магматизма различной степени масштабности и длительности в зависимости от региона. Структурный фон распределения породных ассоциаций определяют грабены, горсты, приразломные впадины и системы нормальных сбросов, а общее их распространение обладает хорошо выраженной пространственной обособленностью.

На классификационной TAS-диаграмме (рис. 1) фигуративные точки составов вулканитов Удинской и Зазинской впадин образуют 3 области распределения и соответствующие им магматические ассоциации следующих возрастных уровней:

- 1) Умеренно-щелочная дифференцированная базальт-андезитбазальт-андезит-трахит-трахириолитовая ассоциация (178-154 млн лет).
- 2) Умеренно-щелочная и щелочная ассоциации базальтов и андезитбазальтов (124-100 млн лет).
- 3) Высокощелочная ассоциация нефелинитов и тефритов (72-53 млн лет).

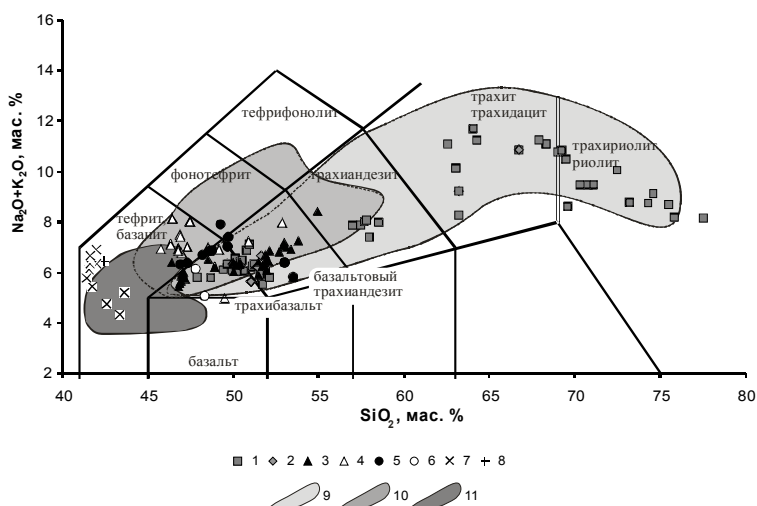


Рис. 1. Классификационная диаграмма сумма щелочей-кремнезем для вулканитов Удинской и Зазинской впадин. Условные обозначения: 1-8 – точки составов вулканических пород: 1 – средней юры, 2 – верхней юры, 3 – начала раннего мела, 4 – середины раннего мела, 5 – конца раннего мела, 6 – позднего мела, 7 – конца позднего мела, 8 – палеоцена; 9-11 – поля составов вулканитов Западно-Забайкальской рифтовой области по [Воронцов и др., 2004; Андрющенко и др., 2010]: 9 – средней-верхней юры, 10 – мела, 11 – раннего кайнозоя.

По мере омоложения вулканических ассоциаций происходит уменьшение их объема, сокращение доли пород среднего и кислого составов и увеличение суммарной щелочности пород основного состава. Эти закономерности являются следствием изменения условий формирования магматических источников.

Геохимические и изотопно-геохимические данные для базальтоидов Удино-Витимского, Джидинского [Воронцов и др., 2002; Андрияшенко и др., 2010], Тугнуйско-Хилокского [Воронцов, Ярмолюк, 2007] и Илькино-Кижингинского [Ярмолюк, Иванов, 2000; Ярмолюк и др., 1998] секторов в сочетании с результатами К-Аг и Rb-Sr датирования позволили наиболее полно охарактеризовать эволюцию магматизма Западно-Забайкальской рифтовой области в позднем мезозое-раннем кайнозое, а также получить представление о характере процессов, влиявших на изменение состава магматических ассоциаций во времени.

Для базальтоидов Удинской и Зазинской впадин, как и для всей ЗЗРО характерны повышенные содержания TiO_2 (2-2.5 мас. %), что типично для осевых частей континентальных рифтовых зон, например, Кенийского рифта [Beccaluva et al., 2009].

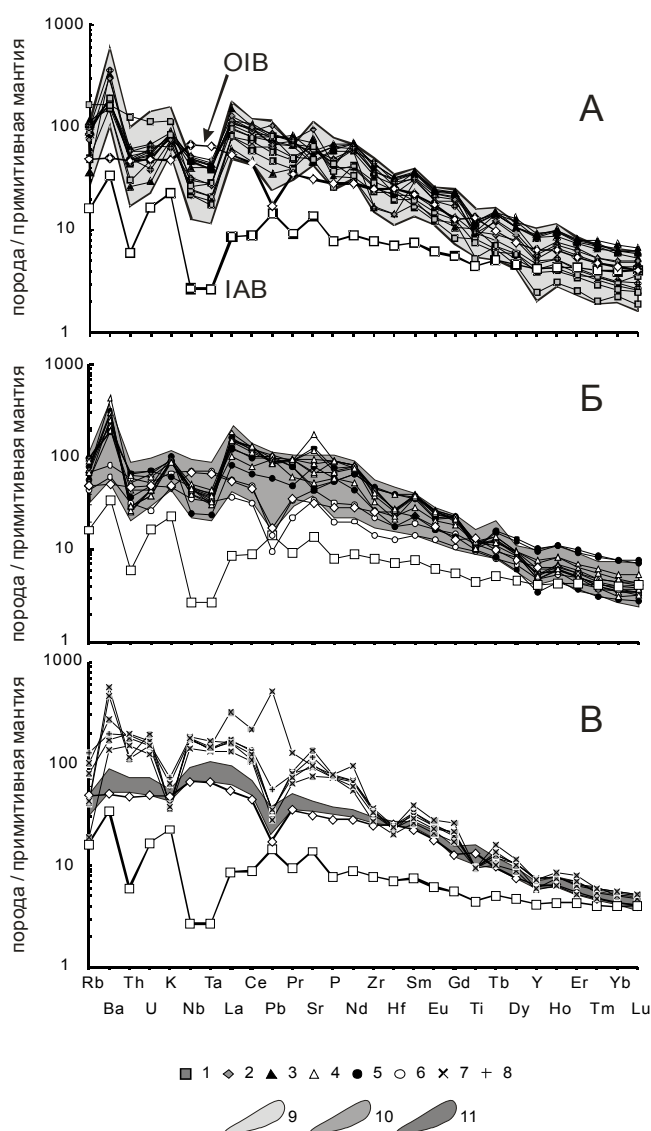


Рис. 2. Распределение нормированных к примитивной мантии по [Sun, McDonough, 1989] редких и редкоземельных элементов магматических пород Удино-Витимского сектора. А – средней юры-начала раннего мела; Б – середины раннего мела-позднего мела; В – раннего кайнозоя. Составы OIB и IAB приведены по [Sun, McDonough, 1989]. Условные обозначения см. рис. 1

На графиках нормированного распределения редких и редкоземельных элементов (рис. 2) базальтоиды ЗЗРО имеют сходные спектры. На ранних этапах (рис. 2 А, Б) характер распределения редких и редкоземельных элементов отвечает конфигурации спектра островодужных базальтов, с типичными максимумами Ba, K, LREE и минимумами по Nb и Ta, отличаясь от IAB на порядок превосходящими (в левой части графиков) концентрациями элементов и высокими значениями отношений La/Yb, более характерных для OIB. С рубежа ~100 млн лет (рис. 2 Б) конфигурация кривых распределения приобретает более «сглаженный» вид и за исключением высоких нормированных значений Ba, K и LREE полностью соответствует кривым распределения литофильных элементов в щелочных базальтах океанических островов, являющихся индикаторами внутриплитного магматизма. Базальтоиды Удинской и Зазинской впадин, отвечающие этапу 82-76 млн лет, наиболее точно соответствуют OIB, вплоть до слабого обогащения Nb и Ta. Поздним магматическим ассоциациям Удинской и Зазинской впадин (72-53 млн лет) (рис. 2 В) присущи высокие концентрации Ba (до 3900 г/т), Th (до 17 г/т), U (до 4 г/т), La (до 220 г/т), Ce (до 392 г/т) Nb (до 130 г/т) и Ta (до 7 г/т) и вместе с тем пониженные значения K₂O (1.0-2.1 мас. %). Эти характеристики резко отличают базальтоиды Удино-Витимского сектора от поздних базитов Тугнуйско-Хилокского сектора ЗЗРО, однако, в отличие от предыдущих этапов, между ними не существует четкой хронологической корреляции. В эволюции магматизма Тугнуйско-Хилокского сектора интервал с 90 до 48 млн лет оставался амагматичным, в то время как в Удино-Витимском продолжались эпизодические локальные извержения. Высокие концентрации редких литофильных элементов (Ba, Th, U, Sr, Nb, Ta) в поздних магматических ассоциациях Удино-Витимского сектора связаны с высокими содержаниями щелочей. Геохимические характеристики вулканитов объяснимы влиянием «субдукционного» компонента, роль которого на ранних этапах развития Удино-Витимского сектора была значительной и снижалась по мере омоложения вулканических ассоциаций. Таким компонентом могли стать фрагменты океанической коры закрывшегося в раннем мезозое Палеоазиатского океана и погребенные под шовной зоной между Сибирским и Китайским континентами, где расположена ЗЗРО [Кузьмин и др., 2011]. Эти фрагменты (слэбы) постепенно плавилась, обогащая мантийный источник гидратированным веществом океанической коры, что обусловило появление в рестите фаз, концентрирующих Ti, Nb и Ta. По мере истощения рециклированного материала, вовлеченного в процессы плавления, уменьшалась величина Nb-Ta минимума и существенно сокращались объемы выплавляемых пород.

По изотопному составу Sr и Nd одновозрастные вулканиты Удино-Витимского сектора образуют единые поля и полностью укладываются в общую динамику изменения состава продуктов позднемезозойского-кайнозойского магматизма Западно-Забайкальской рифтовой области. Так, в работе [Ярмолюк, Иванов, 2000] предполагается, что исходной позиции (поздняя юра-начало раннего мела) отвечала мантия, обогащенная Rb ($\epsilon_{Sr} \gg 0$) и в незначительной степени Nd ($-2 < \epsilon_{Nd} < 0$), или OIB EM 2. По сравнению с составами OIB продукты этой мантии были обогащены большинством литофильных элементов и обеднены такими элементами, как Ta и Nb. Со второй половины мела и вплоть до начала позднего кайнозоя в процессы плавления вовлекались субстраты, все более и более деплетированные в отношении Rb и Nd. Предельные их параметры ($+3 < \epsilon_{Nd} < +5$ и $-1 > \epsilon_{Sr} > -8$) соответствуют внутриплитным умеренно деплетированным магматическим источникам DM OIB, занимающим центральную позицию в поле составов базальтов океанических островов по [Zindler, Hart, 1986], а их микроэлементный состав приближается к стандарту OIB.

Литература

Андрющенко С.В., Воронцов А.А., Ярмолюк В.В., Сандимиров И.В. Эволюция юрско-мелового магматизма Хамбинской вулканотектонической структуры (Западное Забайкалье) // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 7. С. 944-962.

Воронцов А.А., Ярмолюк В.В. Эволюция магматизма Тугнуйско-Хилокского сектора Западно-Забайкальской рифтовой области в позднем мезозое и кайнозое // Вулканонология и сейсмология. 2007. № 4. С. 3-28.

Воронцов А.А., Ярмолюк В.В., Байкин Д.Н. Строение и состав ранне-мезозойской вулканической серии Цаган-Хуртейского грабена (Западное Забайкалье): геологические, геохимические и изотопные данные // Геохимия. 2004. № 11. С. 1186-1202.

Воронцов А.А., Ярмолюк В.В., Иванов В.Г., Никифоров А.В. Позднемезозойский магматизм Джидинского сектора Западно-Забайкальской рифтовой области: этапы формирования, ассоциации, источники // Петрология. 2002. Т.10. № 5. С. 510-531.

Гордиенко И.В., Булгатов А.Н., Руженцев С.В., Минина О.В., Климук В.С., Ветлужских Л.И., Некрасов Г.Е., Ласточкин Н.И., Ситникова В.С., Метелкин Д.В., Гонегер Т.А., Лепехина Е.Н. История развития Удино-Витимской островодужной системы Забайкальского сектора Палеоазиатского океана в позднем рифее-палеозое // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 5. С. 589-614.

Кузьмин М.И., Ярмолюк В.В., Кравчинский В.А. Фанерозойский внутриплитный магматизм Северной Азии: абсолютные палеогеографические реконструкции Африканской низкоскоростной мантийной провинции // Геотектоника. 2011. № 6. С. 3-23

Ярмолюк В.В., Иванов В.Г., Коваленко В.И. Источники внутриплитного магматизма Западного Забайкалья в позднем мезозое-кайнозое (на основе геохимических и изотопно-геохимических данных) // Петрология. 1998. Т. 6. № 2. С. 115-138.

Ярмолюк В.В., Иванов В.Г. Магматизм и геодинамика Западного Забайкалья в позднем мезозое и кайнозое // Геотектоника. 2000. № 2. С. 43-64.

Beccaluva L., Bianchini G., Natali C., Siena F. Continental Flood Basalts and Mantle Plumes: a Case Study of the Northern Ethiopian Plateau // Journal of Petrology. 2009. V. 50. N. 7. P. 1377-1403.

Sun S.-s, McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Saunders A.D., Narry M.J. (eds) Magmatism in the Ocean Basins. Geological Society Special Publication. 1989. № 42. P. 313-345.

Zindler A., Hurl S. Chemical geodynamics // Annual Review of Earth and Planetary Sciences. 1986. № 14. P. 493-571.