

УДК 551.2 (52)

**Допозднепалеозойская
континентальная литосферная
мантия как источник
позднепалеозойского и
позднемезозойского
внутриплитного магматизма
Гобийского Алтая (Южная
Монголия)**

Е.А. Кудряшова¹, А.М. Козловский¹, В.В. Ярмолук¹,
В.М. Саватенков², Л.Б. Терентьева²

¹ *Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва, Россия.
eak@igem.ru*

² *Институт геологии и геохронологии докембрия РАН,
Санкт-Петербург, Россия*

Ключевые слова: магматизм, палеозой, мезозой,
литосферная мантия.

Начиная с позднего палеозоя и по сегодняшний день на обширных пространствах Центрально-Азиатского складчатого пояса (ЦАСП) не прекращается магматизм, связанный с внутриплитными процессами. В различное время и со значительными перерывами внутриплитный магматизм проявлялся от современного Тихоокеанского побережья на востоке до Восточного Казахстана на западе. На территории Монголии основными эпохами внутриплитной магматической активности стали поздний палеозой и поздний мезозой, при этом разновозрастный магматизм часто распространялся в единых районах, наследуя предшествующие геологические структуры. Вопрос о том, как при этом соотносятся источники магматических пород, разделенных сотней млн. лет, практически не обсуждался. Эта проблема будет рассмотрена на примере Гобийского Алтая, где внутриплитный магматизм проявился около 280 и 110 млн. лет назад.

Позднемезозойский этап. Наиболее масштабные магматические события охватили практически всю территорию современного Гобийского Алтая в позднем мезозое. В это время здесь были сформированы многочисленные вулканические плато, неки, лавовые купола и экструзии большого разнообразия составов от базальтов до трахитов и риолитов. В соответствии с геохимическими классификационными диаграммами основные позднемезозойские породы Гобийского Алтая имеют сходство со щелочными внутриплитными

базальтами и базальтами E-MORB типа, не связанными с субдукцией, источником которых выступает подлитосферная мантия. С другой стороны, в составах позднемезозойских пород Гобийского Алтая фиксируется очевидное влияние метасоматизированных надсубдукционных источников, поскольку базальтоиды обогащены K, Rb, Ba, что отражает их высокие отношения, например $Ba/Nb > 16-55$ по сравнению с таковым в примитивных OIB и MORB ($Ba/Nb < 8$, Sun, McDonough, 1989). Высокие Ba/Nb отношения типичны для надсубдукционных пород (континентальный IAB, $Ba/Nb \sim 47$, Kelemen et al., 2003), источником которых служит метасоматизированная субконтинентальная литосферная мантия (SCLM). Поскольку вулканические поля Гобийского Алтая в позднем мезозое располагались вдали от активных зон субдукции, как Монголо-Охотской, так и Тихоокеанской, то очевидно, SCLM этого региона была сформирована в допозднемезозойское время и сохранила надсубдукционные геохимические метки палеозойской или более древней зоны субдукции. В условиях отсутствия непосредственного притока надсубдукционных флюидов повышенные содержания K, Ba, Rb, как правило, связываются с наличием амфибола и/или флогопита в SCLM. В то же время содержания калия в мантийных расплавах, равновесных с флогопитосодержащей мантией, должны быть существенно выше (более 4 мас.%), чем в породах Гобийского Алтая. Тогда как расплавы, равновесные с амфиболсодержащей мантией, характеризуются более низкими содержаниями калия (2-3 мас.%), что вполне согласуется с наблюдаемыми вариациями. Предположение о наличии амфибола в источнике меловых лав Гобийского Алтая высказывалось и ранее (Barry, 1999). Кроме того, некоторые мантийные ксенолиты, вынесенные позднекайнозойскими базальтами Центральной Монголии содержат амфибол (Ionov, Hofmann, 1995).

Среди позднемезозойских пород Гобийского Алтая есть составы как с выраженным Ta-Nb и Ti минимумами, так и с их максимумами. Появление Ta-Nb минимума в породах мантийного генезиса является следствием плавления пироксенитовых жил в метасоматизированной SCLM в присутствии воды, когда в рестите остаются рутил и/или ильменит, удерживающие эти элементы. Источником воды при таком плавлении может служить также амфибол, дегидратация которого инициирует плавление. Однако в породах Гобийского Алтая с Ta-Nb минимумом содержания $Nb \sim 7-35$ ppm, $La \sim 10-44$ ppm

существенно выше по сравнению с типичными надсубдукционными базальтами, например, континентальными IAB ($Nb \sim 6$ ppm, $La \sim 12$ ppm, Kelemen et al., 2003). Такие различия, с одной стороны, могут быть вызваны малым участием Fe-Ti оксидов в рестите вследствие ненасыщенного водой плавления мантийного источника, с другой стороны, его обогащенностью, что типично для SCLM, предварительно метасоматизированной надсубдукционными флюидами и/или расплавами. При этом обогащение REE (особенно LREE), Nb могло осуществляться только метасоматизирующими расплавами, тогда как K, Ba, Rb и расплавами и флюидами.

Позднепалеозойский этап. Магматические комплексы этого времени в Гобийском Алтае преимущественно сосредоточены в пределах узких вытянутых грабенов, сложенных бимодальными вулканическими сериями. Кислые вулканические породы здесь слагают руины стратовулканов, тогда как основные связаны с трещинными излияниями и заполняют пространства между разобщенными кислыми постройками. Состав вулканических пород варьирует от базальтов до щелочных риолитов с подчиненной долей трахитов. Геохимические характеристики основных пород позднепалеозойского возраста, так же как и позднемезозойских пород, имеют черты сходства как с породами подлитосферной природы – OIB и E-MORB, так и с продуктами плавления метасоматизированной в надсубдукционных условиях SCLM. Яркой характеристикой литосферной природы источника позднепалеозойских основных магматических пород является Nb-Ta минимум и обогащение K, Ba и Rb. Отношение Ba/Nb в них 26–100 согласуется со значениями в континентальном IAB. Аналогично позднемезозойским условиям магмогенерации, источником K, Ba и Rb в позднем палеозое не могли служить флюиды, непосредственно связанные с процессом субдукции, поскольку активные конвергентные границы к этому времени располагались на значительном удалении от Гобийского Алтая в Бейшане (Китай) и Солонкерской зоне (ЮВ Монголия – СВ Китай). К тому же, направление позднепалеозойской субдукции было от ЦАСП под Северо-Китайский континент. Таким образом, SCLM, участвующая в генезисе позднепалеозойских магматических пород Гобийского Алтая, очевидно, была сформирована на предыдущих этапах тектогенеза. При этом источником

флюидомобильных элементов для позднепалеозойских лав также являлся амфибол, содержащийся в перидотитах и пироксенитах SCLM. По сравнению с позднемезозойскими базальтоидами, в позднепалеозойских лавах Nb-Ta минимум более существенный: в первых $(La/Nb)_{PM} = 0,8-2,7$, во вторых – 1,8–6,3. Это свидетельствует о большей роли воды или водосодержащего амфибола в литосферном источнике ранних пород.

Выводы. Геохимические характеристики основных вулканических пород Гобийского Алтая позднемезозойского и позднепалеозойского этапов внутриплитной магматической активности показывают доминирование в их источнике SCLM, сформированной до рассматриваемых этапов магматизма. Процессы метасоматического преобразования мантии, очевидно, были связаны с эпохами ювенильного корообразования в ЦАСП в неопротерозое и раннем палеозое. В дальнейшем при плавлении такой SCLM во внутриплитных условиях генерировались базальтовые расплавы со смешенными геохимическими характеристиками. При этом позднепалеозойский этап внутриплитной активности частично «высушил» мантийные источники, так что участие воды в позднемезозойской магмогенерации было существенно меньшим.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 16-17-10186).

Список литературы

- Barry, T.L. (1999) Origins of Cenozoic basalts in Mongolia; a chemical and isotope study. Ph.D thesis. University of Leicester, Leicester. 263 p.
- Ionov, D.A., Hofmann, A.W. (1995) Nb-Ta-rich mantle amphiboles and micas: implications for subduction-related metasomatic trace element fractionations. *Earth and Planetary Science Letters* 131. P. 341 – 356.
- Kelemen, P.B., Hanghøj, K., Greene, A.R. (2003) One view of the geochemistry of subduction-related magmatic arcs, with an emphasis on primitive andesite and lower crust. In: Holland H.D., Turekian K.K. (Eds.), *Treatise on Geochemistry*. Elsevier. Vol. 3. P. 593 – 659.
- Sun, S.S., McDonough, W.F. (1989) Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes. *Geological Society of London Special Publications*. Vol. 42. P. 313 – 345.