

**ПЕТРОГЕНЕЗИС И ВОЗРАСТ МЕЗОПРОТЕРОЗОЙСКИХ ВЫСОКО-Mg БАЗИТОВ
ВОСТОКА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ:
ОСОБЕННОСТИ МАНТИЙНОГО ИСТОЧНИКА
И РОЛЬ КОРОВОЙ КОНТАМИНАЦИИ**

Носова А.А.*, **Ларионова Ю.О.***, **Сазонова Л.В.****, **Горожанин В.М.*****, **Каргин А.В.***
**Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,
Москва, nosova@igem.ru*

***Московский государственный университет, геологический факультет, Москва,
saz@geol.msu.ru*

****Институт геологии Уфимского НЦ РАН, Уфа, gorozhanin@anrb.ru*

В мезопротерозое на востоке Восточно-Европейской платформы (ВЕП) в пределах Волго-Уральской области и Башкирского антиклинория сформировалась внутриплитная Камско-Бельская крупная магматическая провинция (КБП); ее образование фиксирует т. н. «машакское» плюмовое событие около 1,4 млрд. лет назад [6]. В КБП представлен бимодальный вулканизм: силлы и дайки пикритов и долеритов, излияния базальтов (машакский комплекс) сопровождаются масштабными проявлениями кислого и субщелочного вулканизма (кувашский комплекс). Контрастный характер имеет также интрузивный магматизм: наряду с базитовыми расслоенными телами Кузино-Копанского комплекса присутствуют гранитоидные массивы (Рябиновский, Губенский, Бердяушский).

Геохимические особенности пород и минералов (Срх), в первую очередь уровень фракционирования тяжелых РЗЭ, свидетельствуют, что КБП сформирована производными разноглубинных мантийных источников: низко-Тi расплавами, происходящими за счет частичного плавления шпинелевых перидотитов, и высоко-Тi расплавами, источником которых служили гранатовые перидотиты [1, 3].

Полученные минералогические, геохимические и изотопно-геохимические данные (Sr, Nd, O) для базит-гипербазитовых субвулканических пород (дайки и силлы) КБП позволили установить некоторые особенности их петрогенезиса.

Возраст низко-Тi пород. В центральной части Башкирского антиклинория известны т.н. «ишлинские пикриты», которые на основании свежего, неизмененного облика относились к палеозойским. Однако геологическая ситуация и петролого-геохимическая корреляция пикритов Ишлинско-Шатакской зоны с мезопротерозойскими породами КБП указывали на их мезопротерозойский возраст. Было проведено уточнение возраста этих пород Sm-Nd методом: в изохронных координатах шесть точек, отвечающих трем валовым составам и трем монофракциям пироксенов из них, аппроксимируются зависимостью с параметрами $T = 1270 \pm 56$ млн. лет (СКВО = 1,11), а аппроксимация точек (валовая проба, клинопироксен, ортопироксен) одного образца (обр. 18/2) дает изохрону с наклоном, отвечающим $T = 1291 \pm 67$ млн. лет (СКВО = 0,66). Таким образом, изотопное датирование подтвердило наши предположения [3] о мезопротерозойском возрасте ишлинских пикритов. Полученные оценки возраста в пределах ошибки перекрывается с наиболее молодыми U-Pb датировками цирконов из Губенского гранитного массива (1330 ± 27 млн. лет, [2]), однако несколько моложе прецизионных датировок для долеритов Бакала и машакских вулкаников (U-Pb TIMS, бадделеит, циркон, [5, 4]). Заметим, что практически все имеющиеся изотопные датировки пород КБП, находящиеся в интервале 1,39-1,36 млрд. лет, получены для высоко-Тi разностей, тогда как датировка ишлинских пикритов является оценкой возраста низко-Тi пород. Возможно, имел место временной разрыв между формированием двух типов пород КБП; очевидно, эта проблема нуждается в дальнейших геохронологических исследованиях.

Некоторые особенности мантийного источника. Установление мезопротерозойского возраста ишлинских пикритов является принципиально важным, поскольку именно эти породы наиболее близки к первичным мантийным выплавкам, происходящим за счет плавления шпинелевых перидотитов. В них была найдена первичная ликвидусная ассоциация минералов, кристаллизующихся из родоначального расплава (Ol с $Mg\# = 0,90-0,91$ и Cr-Spl с $Mg\# = 0,47$ и $Cr\# = 0,66-0,68$). Расчет состава родоначального расплава показал, что он характеризовался высоким

содержанием MgO – около 20 мас. % и возник при 19-26 % плавления мантийного источника (потенциальная температура мантии T_p составляла 1530-1545°C). Кристаллизация расплавов пикритов происходила в диапазоне давлений от 7 до 2 кбар и температур от 1470°C до 1000-950°C при fO_2 близкой к QFM. Впервые полученные оценки условий генерации родоначальных расплавов, при которых T_p (потенциальная) значительно (на 150-170°C) превышала T_p астеносферы, однозначно указывают, что мезопротерозойский магматизм КБП был связан с подъемом глубинного плюма.

При сравнении составов Sr_x исследуемых пород с составом рассчитанного Sr_x примитивной мантии (PMCE), оказалось, что первые, в целом, обеднены РЗЭ по сравнению с последним, то есть могли кристаллизоваться из расплава, выплавляющегося из деплетированного источника.

Геохимические особенности Sr_x указывают на сложную историю мантийного домена и, прежде всего, выплавление первичных пикритовых магм из истощенного субстрата. С другой стороны, обогащение тяжелыми РЗЭ (относительно легких РЗЭ) может быть связано с тем, что астеносферные глубинные расплавы взаимодействовали с истощенным веществом литосферы.

Роль коровой контаминации. Для пород КБП характерны низкорadioгенный изотопный состав Nd, высокорadioгенный Sr и высокие значения $\delta^{18}O$. Наиболее низкие $\epsilon Nd_{(1380)}$ определены для низко-Ti пород (площадь Мензелино-Актаныш, Ишлинский район): они составляют -6.1...-4.8, Nd модельные возраста этих пород соответствуют AR (3,3-2,6 млрд. лет). Однако для умеренно-Ti пород величины $\epsilon Nd_{(1380)}$ приобретают близкие к нулю и положительные значения (от -0,3 до +1,3, Кипчак, Сибирка). Nd модельные возрасты их соответствуют PR (2,1-1,8 млрд. лет). Высокотемпературный характер расплавов способствовал интенсивным процессам коровой контаминации (вклад корового вещества оценивается в 10-25 %), что отражает корреляция геохимических индикаторов корового вклада (Nb/Nb^* , La/Nb и др.) с величинами $\epsilon Nd_{(1380)}$. В то же время намечающееся различие в изотопном составе Nd низко- и высоко-Ti разностей может указывать на геохимические различия их источников. Величины Nd модельных возрастов свидетельствуют о заложении магматической провинции на стабильном древнем континентальном основании. Изотопный состав кислорода валовых проб и минералов (Sr_x , Pl, Vt) пикритов и долеритов Ишлинского района отчетливо отражает две их группы – со значениями $\delta^{18}O$ (SMOW), соответствующими мантийным расплавам (5,0-5,9 ‰), и с повышенными значениями $\delta^{18}O$ – от 7,3 до 7,6 ‰, причем также наблюдается корреляция $\delta^{18}O$ с показателями корового вклада.

Работа поддержана грантом РФФИ № 09-05-00481

ЛИТЕРАТУРА

1. Каргин А.В., Носова А.А., Сазонова В.Л. Статья в настоящем сборнике.
2. Краснобаев А.А., Ферштатер Г.Б., Беа Ф. и др. Цирконовый возраст габбро и гранитоидов Кузино-Копанского комплекса (Южный Урал) // Ежегодник-2005. ИГГ УрО РАН Екатеринбург, 2006. С. 300-325.
3. Носова А.А., Сазонова Л.В., Горожанин В.М. и др. Мезопротерозойские оливиновые габбронориты Башкирского антиклинория, Южный Урал: родоначальные расплавы и особенности эволюции магм // Петрология. 2010. № 1. С. 53-87
4. Пучков В.Н. Дайковые рои и ассоциирующие с ними магматические комплексы на Урале // Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя. Мат. XLIII Тектонического совещания. Т. 2. М.: ГЕОС. 2010. С. 182-186
5. Ernst R.E., Pease V., Puchkov V.N. et al. Geochemical characterization of Precambrian magmatic suites of the Southeastern margin of the East European Craton, Southern Urals, Russia // Геологический сборник ИГ. 2006. № 5. С. 1-45.
6. Ernst R.E., Wingate M.T.D., Buchan K.L. et al. Global record of 1600-700 Ma Large Igneous Provinces (LIPs): Implications for the reconstruction of the proposed Nuna (Columbia) and Rodinia supercontinents // Precamb. Res. 2008. V. 160. P. 159-178.