

Об источниках ультрамафит-мафитового магматизма Карело-Кольского региона

Ланда Э. А.

ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург, e-mail: Andrey_Zanin@vsegei.ru

Образование мантийных магм и эволюция их состава связывается с развитием хондритового протовещества Земли после отделения от него земной коры. Предполагается, что в результате такой эволюции формировалась «истощенная» мантия, обедненная рядом химических элементов. Однако, как справедливо отметили Хофман [10] и Л.Н.Когарко [1], нет признаков непрерывного и последовательного нарастания степени деплетирования мантийного вещества. Напротив, во времени увеличивается объем первичных мантийных магм, обогащенных деплетируемыми элементами. Таким образом, реальное развитие магматизма отличается от постулированного модельного, а направленный и циклический характер развития магматизма отражает влияние, как минимум, 2-х тенденций. 1-я соответствует модельной эволюции мантийных источников и росту их деплетированности. 2-ая – подразумевает наличие факторов, отклоняющих соответствующие параметры источников от модельных. В определенном соответствии со сказанным находится факт отсутствия в общем случае корреляции особенностей изотопного и элементного состава пород [4,5]. На важность такого несоответствия указал Ю.А. Костицын [2], обративший внимание на обычное отличие от модельного соотношения между величинами $^{147}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ и Sm/Nd . Имеются также некоторые несоответствия и в элементном составе. К. Конди [7], проанализировавший особенности толеитовых базальтов различных геодинамических обстановок (исключая островодужные и MORB), получил результаты, свидетельствующие, что во всех случаях в составе пород независимо от возраста отсутствует модельный компонент DM (деплетированная мантия), но четко проявлен компонент PM (примитивная мантия).

Данные по базальтоидам Карело-Кольского региона полностью соответствуют такому выводу. На диаграмме (рис. 1) фигуративные точки их составов располагаются вблизи позиции резервуара PM (иногда смещаясь в сторону компонента DEP), т.е., по Конди в области океанических плагио или на линии смещения PM-EN и PM-RC. Таковы же точно особенности и коматитов региона.

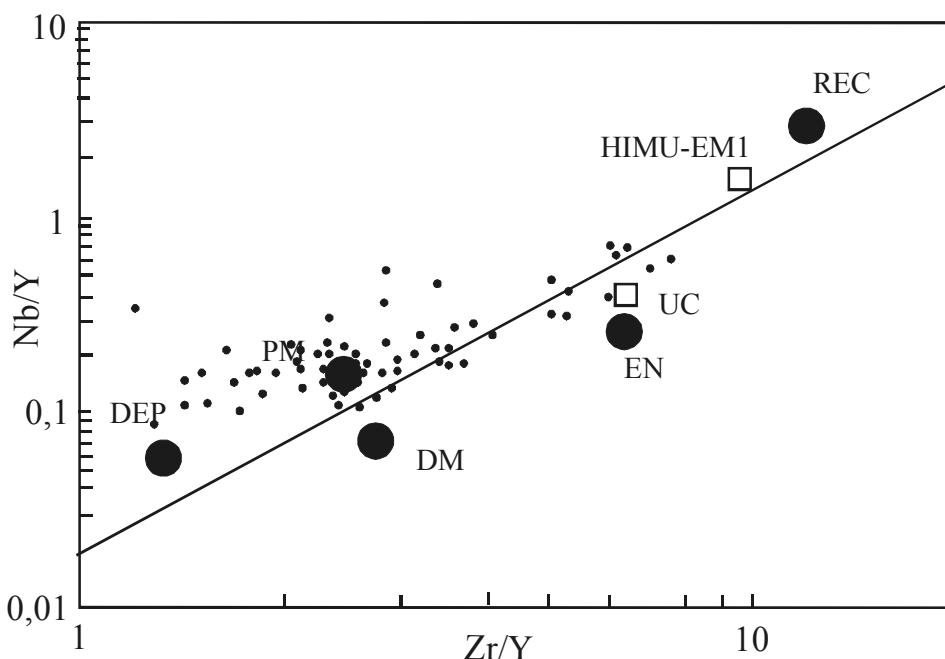


Рис. 1. Диаграмма Zr/Y – Nb/Y по [7] с данными по базальтоидам Карело-Кольского региона (литературные данные). DEP – особый «плюмовый» компонент, REC – состав мантии, обогащенной коровым веществом при рециклинге, EN-обогащенный компонент, UC – верхняя кора

Очень существенно также, что на спайдерграммах составов пород Карело-Кольского региона распределение элементов характеризуется пологостью графиков, т.е. отношения элементов (в частности Sm/Nd), влияющие на изотопные параметры, близки таковым в примитивной мантии. В дополнение к соображениям К.Конди важно указать, что элементные соотношения пород существенно отличаются и от их изотопных характеристик.

В Карело-Кольском регионе фиксируется пространственно-временная последовательность магмоконтролирующих структур [4]: зеленокаменные пояса архея (возраст 3,1–2,7 млрд лет)– рифтогенные пояса крупных расслоенных интрузивов перидотит-пироксенит-габбро-норитового состава (2,5–2,4 млрд. лет) – рифтогенные осадочно-вулканогенные впадины (2,1–1,8 млрд. лет). Изменение величины ε_{Nd} пород указанных подразделений также следует определенной последовательности (рис. 2) с преобладанием положительных значений указанной величины. Таким образом, породы, отражающие в системе Zr-Nb-Y особенности источника типа РМ (рис.1), в своем большинстве изотопно деплетированы. Из этого факта определенно следует, что на всех этапах докембрийского магматизма имело место перманентное воздействие подлитосферного вероятнее всего плюмового по своей природе вещества на деплетированную мантию, ведущее к реставрации ее элементного состава, но из-за сближенности во времени с плавлением мало менявшие изотопные характеристики выплавов. Относительно большая степень влияния такого вещества, приведшая к возвращению изотопного состава исходного резервуара на уровень РМ (величины ε_{Nd} близки 0), имела место в интервале 2,4–2,5 млрд лет. Кроме вероятной плюмовой активности на особенности магматических пород могла влиять контаминация коровым материалом, осуществлявшаяся в мантии или непосредственно в коре. Но такого рода процессы могли иметь место только после тех, что рассмотрены выше. Это следует из того факта, что составы магматитов лежат на линиях смешения РМ – EN и РМ – RC, а не DM – EN и DM – RC.

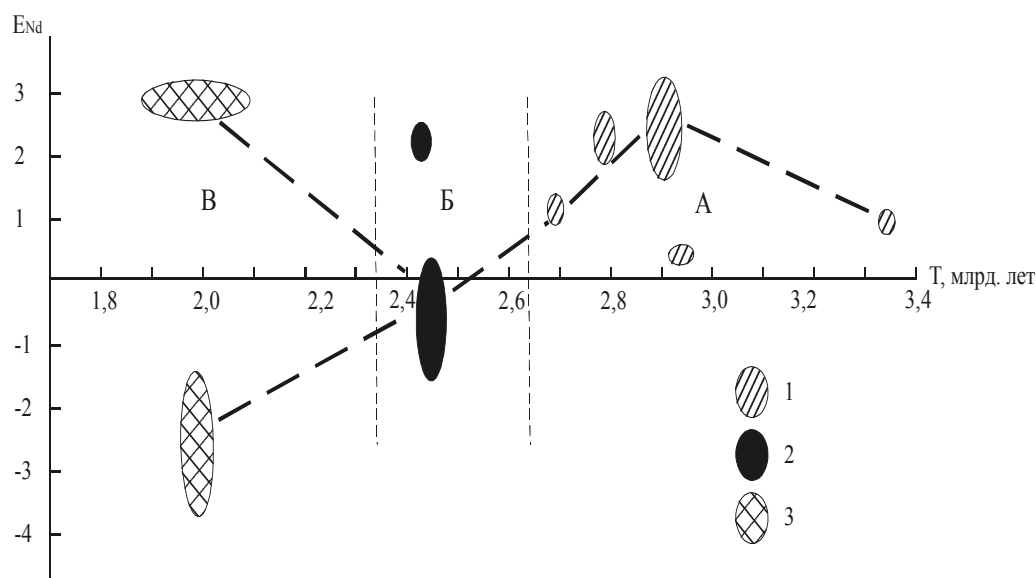


Рис. 2. Диаграмма ε_{Nd} – T для основных и ультраосновных магматических пород Карело-Кольского региона (исходные данные из литературы). Магматиты: зеленокаменных поясов (1), рифтогенных зон основных ультраосновных интрузивов (2), рифтогенных осадочно-вулканогенных впадин (3)
А, Б, В –соответствующие временные интервалы

На рубеже примерно в 2,1 млрд лет помимо рассмотренного появляется еще один тип мантийного резервуара. На него указывают особенности некоторых магматитов, в частности богатых титаном коматиитов пояса Карасиок [6], ферро-пикритов Печенгской структуры [8], суйсарских пикритов Карелии [3]. Их состав отличают необычно высокие для ультрамафитов содержания литофильных элементов. По величинам Zr/Y и Ti/Y источник подобен РМ, однако величина Nb/Zr в нем значительно выше. Изотопные параметры (судя по суйсарскому комплексу) близки резервуару

НИМУ, который согласно гипотезе С.Харта [9] мог появиться и функционировать вместе с возможным комплементарным ему ЕМ 1 в результате рециклинга или иных процессах в пределах субконтинентальной литосферной мантии, сформировавшейся к 2 млрд. лет, поскольку жесткость такой мантии обеспечивала вероятность длительного сохранения в ней флюктуаций изотопных параметров

Судя по особенностям магматизма, выражающемуся в широком развитии титанистых пикритов и ферропикритов, элементный состав рассматриваемого резервуара должен быть существенно обогащен титаном, представленным собственными фазами (рутил, ильменит). Последнее естественным образом объясняет отмеченную выше обогащенность ниобием. Образование субстрата с подобными характеристиками могло быть обусловлено спецификой метасоматических процессов в мантии, протекающих при участии расплавных фаз, в т.ч. насыщенных титаном и образующихся на значительной глубине. Породы такого рода нередко встречаются среди мантийных ксенолитов.

Рассмотренные особенности докембрийского магматизма Карело-Кольского региона в определенной степени соответствуют двустадийной модели образования системы кора-верхняя мантия в глобальном масштабе, предложенной А. Хофманом [10]: 1-ая стадия – образование континентальной коры и истощенной мантии с реставрируемым, по нашим соображениям, элементным составом; 2-ая стадия – образование одного из обогащенных типов мантии, которое по А. Хофману [10] должно сопровождаться формированием субстратов типа N-MORB. В региональном плане эволюционная направленность в функционировании источников основного и ультраосновного магматизма такова. В раннем докембрии (архей-палеопротерозой) существовал преобладающий изотопно истощенный источник, подверженный действию плюмов и близкий по составу источнику т.н. «океанических плато» (ОРВ). С мезопротерозоя наряду с указанным начинает функционировать (при проявленности плюмовой активности) источник, близкий источнику базальтов океанических островов (ОИБ), а также источник типа MORB (бесплюмовая система, по К. Конди).

Указанные магмогенерирующие системы естественно сохранялись и в фанерозое, но существенно, что с источниками ОРВ и ОИБ были связаны не только океанические, но и континентальные внутриплитные магматиты: флуд-базальты – с ОРВ, а щелочные, щелочно-ультраосновные породы и высокотитанистые пикриты (меймечиты Сибири) – с ОИБ. Последние хотя и отличаются большей насыщенностью литофилами, сохраняют некоторые особенности близких пород докембрия. В частности величина Nb/Zr в меймечитах Сибири и ферропикритах Печенги одинаковая (~0,12).

Примечательны различия петрохимически вполне однотипных пород докембрия и складчатых областей фанерозоя. В последних достаточно широко развиты низкотитанистые пикриты, по составу аналогичные коматиитам, однако отличающиеся четкой проявленностью компонента DM. Типичные базальты архея и палеопротерозоя отличаются от базальтов MOR и островных дуг отсутствием в элементном составе этого компонента. Таким образом древние и молодые магмогенерирующие океанические системы в целом различаются между собой. Подобные особенности должны учитываться при геодинамическом анализе.

Литература

1. Когарко Л.Н. Щелочной магматизм в истории Земли. Щелочной магматизм и проблемы мантийных источников. Иркутск, 2001. С. 5–17.
2. Костицын Ю.А. Причины изотопной гетерогенности мантии. // Изотопная геохронология в решении проблем геодинамики и рудогенеза. СПб. 2003. С. 216–219.
3. Куликов В.С., Куликова В.В. и др. Суйсарский пикрит-базальтовый комплекс палеопротерозоя Карелии. Петрозаводск 1999. 96с
4. Ланда Э.А. О некоторых особенностях эволюции рифтогенеза. // Литосфера. №1. 2005. С. 3–15.
5. Ланда Э.А., Марковский Б.А. Об особенностях распределения величины ϵ_{Nd} в магматических породах, связанных с рифтогенезом. // Докл. РАН. 2000. Т. 272. № 2. С. 225–227.
6. Barnes S.-J., O'Brien M. Ti - rich komatiites from northern Norway. // Contr. Miner. and Petrol. 1990. V.105. № 1. P. 43–54.
7. Condie K. High field element ratios in Archean basalts: a window to evolving sources of mantle plumes? Lithos 2005. V. 79. №3/4. P. 491–516.
8. Hanski E.J., Smolkin V.F. Iron- and LREE-enriched mantle source for early Proterozoic intraplate magmatism as exemplified by the Pechenga ferropicrites. Kola Peninsula, // Russia Lithos.1995. V. 34. N. 1 –3. P. 107 – 125.

9. Hart S. Heterogeneous mantle domains : signatures, genesis and mixing chronologies. // Earth Planet. Sci. Lett. V. 90. № 3. 1988. P. 273–296.
10. Hoffman A. Mantle geochemistry: the message from oceanic volcanism// Nature. V. 385. 1997. P. 219–229.

Использование отходов обогащения железистых кварцитов для получения силикатных материалов

Левицкий И.А., Баранцева С.Е., Павлюкевич Ю.Г., Климош Ю.А.

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск,
e-mail: keramika@bstu.unibel.by

В настоящее время для Республики Беларусь весьма актуальным является максимальное вовлечение в производство местных сырьевых ресурсов взамен импортируемых из ближнего и дальнего зарубежья. Нехватка или отсутствие некоторых видов качественного минерального сырья, такого как огнеупорные глины, высокосортные каолины, флюсующие компоненты керамических масс, красители и пигменты, вызывают необходимость поиска нетрадиционных местных источников сырья.

К таким видам сырья можно отнести отходы обогащения железистых кварцитов Околовского месторождения Республики Беларусь. Это сырье характеризуется отличными от известных пород геолого-минералогическими характеристиками, что обусловлено своеобразием его образования и залегания, характерного для магнетит-кварцевой формации кристаллического фундамента Беларуси.

Околовское железорудное месторождение расположено в Столбцовском районе Минской области. Месторождение залегает под чехлом осадочных пород протяженностью в северо-восточном направлении на 180 км при ширине 10–30 км и представлено разнообразными по составу гнейсами, амфиболитами, железистыми кварцитами и другими породами. В Околовском месторождении продуктивные (железорудные) породы имеют мощность от 30 до 120 м и составляют примерно 28–35% от общего объема пород.

При разработке месторождения огромная (сотни тысяч тонн) масса безрудных пород пойдет в отвалы, как отход обогащения и магнитной сепарации железных руд. В результате обогащения железистых кварцитов образуются два вида отходов: амфиболитовый концентрат сухой и мокрой магнитной сепарации (табл. 1 и 2).

Таблица 1. Минеральный состав железных руд Околовского месторождения

Порода	Минеральный состав пород, мас.%						
	магнетит	гематит	силикаты	карбонаты	сульфиды	кварц	апатит
Железные руды	15,2-23,3	0,61-2,81	46,03-55,9	1,27-1,56	0,16-0,3	20,2-25	0,36-0,4
Амфиболитовый концентрат сухого обогащения (1)	1,37-2,02	–	73,78-80,3	1,11-1,32	0,14-0,19	16,5-22,8	0,21-0,25
Амфиболитовый концентрат мокрого обогащения (2)	1,05-1,2	0,66-2,39	53,86-58,74	1,92-2,27	0,18-0,42	34,6-41,4	0,57-0,74

Таблица 2. Химический состав амфиболитовых концентратов сухой и мокрой магнитной сепарации

Типы сырья	Химический состав, мас.%												
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	ппп
1	55,95–61,05	0,19–0,24	5,99–6,09	2,41–3,99	14,72–18,22	0,25–0,40	6,34–7,12	4,28–5,12	0,30–0,36	0,83–1,10	0,69–0,86	0,12–0,15	1,09–1,83
2	49,97–53,09	0,21–0,25	5,83–6,75	7,35–10,00	15,26–18,94	0,21–0,34	6,44–7,40	4,04–4,58	0,40–0,5	0,96–1,20	0,84–0,88	0,12–0,13	1,99–2,51