

ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАОСНОВНОГО ВУЛКАНИЗМА В РАЗНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВКАХ

Э.А. Ланда, Б.А. Марковский

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

Особенности ультрамафических вулканитов в отличие от других типов эффузивных пород в наибольшей степени отражают состав их мантийных источников и специфику магмогенерирования в разных временных и геодинамических обстановках. Эволюция состава мантийных магм связывается с эволюцией хондритового протовещества Земли, в результате которой формировались кора и «истощенная» мантия, обедненная рядом химических элементов. Однако, как справедливо отметили А. Хофман [Hoffman, 1997] и Л.Н.Когарко [Когарко, 2001], нет признаков непрерывного и последовательного нарастания степени деплетирования мантийного вещества и реальное развитие магматизма отличается от модельного, отражая влияние 2-х тенденций: роста деплетированности мантийных источников и влияния факторов, отклоняющих соответствующие параметры источников от модельных. Эти тенденции проявляются и сочетаются по-разному в разных ситуациях, в том числе в тех, с которыми связаны проявления ультраосновного вулканизма. В частности отмечаются различия в корреляции между изотопным и элементным составом пород [Ланда, 2005].

Для ультраосновных вулканитов древних зеленокаменных поясов (коматииты Карело-Кольского региона и др.) характерно отсутствие подобной корреляции. Это достаточно типичная ситуация. К. Конди [Condie, 2005], проанализировавший особенности толеитовых базальтов различных геодинамических обстановок (исключая островодужные и MORB), получил результаты, свидетельствующие, что во всех случаях, в том числе и в случаях изотопно истощенной магмогенерирующей мантии, в компонентном составе пород независимо от возраста отсутствует модельный компонент DM (деплетированная мантия), но четко проявлен компонент PM (примитивная мантия). Фигуративные точки составов коматиитов Карело-Кольского региона на соответствующей диаграмме (рис. 1) располагаются вблизи позиции резервуара PM, т.е., по Конди в области океанических плато или на линии смещения PM-EN и PM-RC (EN, RC-мантийные составы, обогащенные коровым веществом). На спайдерграммах распределение р.з.э. в этих же породах характеризуется пологостью графиков, т.е. отношения элементов (в частности Sm/Nd), влияющие на изотопные параметры, близки таковым в примитивной мантии. В то же время изотопные характеристики пород свидетельствуют о близком модельному истощении исходного древнего мантийного вещества ($\epsilon_{Nd} = +1 - +3$).

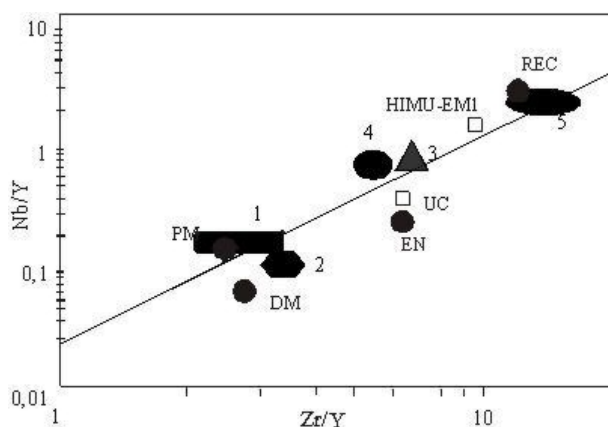


Рис. 1. Диаграмма $Zr/Y - Nb/Y$, по К. Конди (с упрощением). Поля разных типов ультрамафических вулканитов (схематизировано): 1- низкотитанистые пикриты (коматииты) древних зеленокаменных поясов, 2 – низкотитанистые пикриты фанерозойских складчатых областей, 3 - титанистые пикриты и пикробазальты Печенги [Hanski, Smolkin, 1995], 4 – то же района Ангозеро (Карелия) [Куликов, Куликова, 1999], 5 - высокотитанистые пикриты (меймечиты) Гулинского комплекса, Сибирь. См. также текст.

Другой тип соотношения рассматриваемых параметров отличает петрохимически вполне однотипные (рис. 2) коматиитам докембрия ультраосновные вулканиты складчатых областей фанерозоя. В последних (Камчатка, Корякия, Чукотка) достаточно широко развиты низкотитанистые пикриты. По компонентному составу и, в частности, по величине Al_2O_3/TiO_2 они – практически полный аналог коматиитов. Однако в них изотопный и элементный составы соответствуют друг другу. Магмогенерирующая мантия здесь истощена и с этим коррелируют и отношения элементов, и четкая проявленность компонента DM (рис. 1). Таким образом в разных по возрасту и структурной позиции системах ультраосновные расплавы коматиитового типа генерируются при несколько различающихся между собой геохимических параметрах магмогенеза.

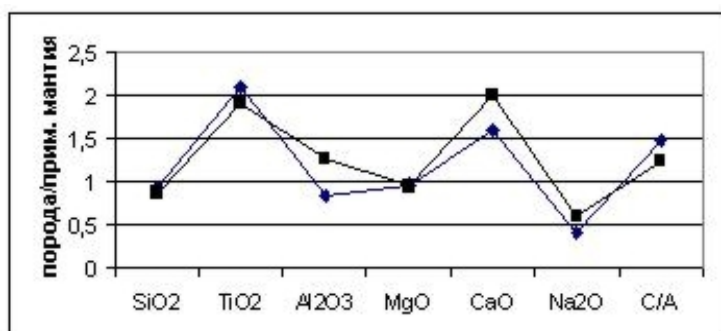


Рис. 2. Графики нормированных содержаний петрогенных окислов в коматиитах (р-н Барбертон, Африка) – ромбы, в низкотитанистых пикритах (Камчатка, вулкан Хребтовый). C/A – CaO/Al_2O_3

В древних системах, в частности, в Карело-Кольском регионе, после образования континентальной коры и модельной истощенной мантии имело место перманентное воздействие подлитосферного вероятнее всего плюмового по своей природе вещества на деплетированную мантию, ведущее к реставрации ее первичного элементного состава, но из-за сближенности во времени с плавлением мало менявшее изотопные характеристики выплавки.

В молодых складчатых областях, судя по соотношению Nb, Zr, Y, магмогенерирующие литосферные источники ультраосновного магматизма не подвергались характерному для докембрия воздействию, их изменение могло быть связано в основном с вовлечением в процесс плавления вещества коры.

Еще один тип источников ультраосновных вулканитов появился, судя по всему, в протерозое на рубеже примерно в 2-2,1 млрд. лет, когда в жесткой коре относительно широко проявились рифтогенного типа процессы и сформировались раздвиговые осадочно-вулканогенные впадины (рифтогенали. по Д.В. Рундквисту и В. Е. Попову). Их состав отличают необычно высокие для ультрамафитов содержания титана и ряда других литофильных элементов. Таковы, например, ферропикриты Печенгской структуры [Hanski, Smolkin, 1995], суйсарские пикриты Карелии [Куликов, Куликова, 1999], богатые титаном коматииты пояса Карасиок [Barnes, 1990]. Образование таких пород указывает, что мантийный резервуар по величинам Zr/Y и Ti/Y, Nb/Zr геохимически близок источнику типа OIB. Изотопные его параметры в ряде случаев (судя по суйсарскому комплексу) близки резервуару NIMU, который согласно гипотезе С.Харта [Hart, 1988] мог появиться и функционировать вместе с возможно комплементарным ему EM 1 в результате рециклинга или иных процессах (возможно плюмовых) в пределах субконтинентальной литосферной мантии. Обогащенность такой мантии литофильными элементами могла сочетаться с изотопной истощенностью, но вероятны и соотношения иного рода.

Судя по особенностям состава магматитов, рассматриваемый резервуар должен содержать, в частности титановые фазы, (рутил, ильменит), с которыми может быть связана и обогащенность ниобием. Образование подобного субстрата было 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.

Богатые титаном и ниобием ультраосновные вулканиты фиксируются и в фанерозое в зонах внутриплитного рифтогенеза. Это, в частности, специфические высокотитанистые

пикриты - меймечиты (Гулинский комплекс, Сибирь). Они хотя и отличаются особой для ультрамафитов насыщенностью литофилами, имеют некоторые черты соответствующих титанистых пород докембрия. В частности величина Nb/Zr в меймечитах Сибири и ферропикритах Печенги практически одинаковая (~ 0,12). На диаграмме К.Конди (рис. 1) точки меймечитов также тяготеют к полю ОІВ. Есть однако важное общегеологическое различие. Докембрийские вулканиты не имеют связи со щелочными породами, меймечиты же являются членом сообщества щелочно-ультраосновных и щелочных пород. Изотопные особенности пород Гулинского комплекса указывают на его возрастную гетерогенность. Их источник, богатый титаном и одновременно изотопно-истощенный (т. е. однотипный с источником докембрийских титанистых вулканитов), появился вероятно задолго (сотни млн. лет) до излияния меймечитов и внедрения пород гулинского комплекса в верхние горизонты земной коры. Его же особое насыщение литофилами предшествовало плавлению и внедрению пород комплекса и было обусловлено дополнительным воздействием расплавных фаз, близких по составу кимберлитам.

Существует еще один тип фанерозойских внутриплитных ультрамафических вулканитов, богатых титаном. Они встречены в составе трапповой толщи Сибирской платформы (пикриты гудчихинской свиты). Их источник отличался от источника слагающих толщу континентальных базальтов: он был обогащен титаном и имел иные соотношения Nb, Zr, Y. В то же время он не был существенно изотопно истощен и не подвергался добавочному насыщению литофилами. Это еще раз указывает, что богатый титаном источник мог возникнуть и в истощенном, и в неистощенном мантийном веществе.

Список литературы

Когарко Л.Н. Щелочной магматизм в истории Земли// Щелочной магматизм и проблемы мантийных источников. Иркутск, 2001. С. 5-17

Куликов В.С., Куликова В.В. и др. Суйсарский пикрит-базальтовый комплекс палеопротерозоя Карелии. Петрозаводск, 1999. 96 с.

Ланда Э.А. О некоторых особенностях эволюции рифтогенеза // Литосфера, № 1. 2005. С. 3-15.

Barnes S.J., Often M. Ti - rich komatiites from northern Norway // Contr. Miner. and Petrol., 1990. V. 105. № 1. P. 43-54.

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.

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. №. 1 –3. P. 107 – 125.

Hart S. 1988.Heterogeneous mantle domains: signatures, genesis and mixing chronologies // Earth Planet. Sci. Lett. V. 90. № 3. P. 273-296.

Hoffman A. Mantle geochemistry: the message from oceanic volcanism // Nature. 1997. V. 385. P. 219-229.