

УДК 553.12 : 553.061.2:553.261.

МАНТИЙНО-КОРОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ПРОЦЕССАХ ГЕНЕРАЦИИ КАРБОНАТИТОВ ПО ИЗОТОПНЫМ ДАННЫМ СТРОНЦИЯ И НЕОДИМА

¹Гусев А.И., ²Гусев Н.И.

¹Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукишина, Бийск,
e-mail: anzerg@mail.ru;

²Всероссийский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ),
Санкт-Петербург

Приведены новые авторские и литературные данные по петрологии и мантийно-коровому взаимодействию на основании изотопных соотношений стронция и неодима при формировании карбонатитов различных регионов мира. По изотопии стронция и неодима устанавливаются различные компоненты мантии, участвовавшие в генерации карбонатитов: PREMA, NIMU, FOZO, BSE, EM I, EM II.

Ключевые слова: карбонатиты, изотопы стронция, неодима, мантийно-коровое взаимодействие, компоненты мантии

Изотопия стронция и неодима позволяет устанавливать важнейшие фундаментальные проблемы генерации и рудоносности различных магм, и в том числе, карбонатитов, что и определяет актуальность проведенных исследований. Изучению генезиса карбонатитов уделяется большое внимание в связи с тем, что они относятся к магмам высоко насыщенным флюидами мантийного происхождения, способным концентрировать в себе большое число рудных металлов и формировать различные по составу, часто комплексные месторождения. Для них характерна различная степень мантийно-корового взаимодействия. Уникальность карбонатитовых расплавов состоит в том, что благодаря высокой флюидонасыщенности (CO_2 , F), они обладают большой ёмкостью на многие рудные металлы – уран, торий, редкоземельные элементы, стронций, барий, цирконий, гафний, железо, титан, ванадий, медь, золото, фосфор. Как известно с карбонатитами связаны многочисленные типы оруденения, но до последнего времени промышленное оруденение золота, связанное с карбонатитами не упоминалось. Впервые в отечественной литературе приводим сообщение о двух золотоносных карбонатитовых

объектах, имеющих промышленное значение: Палабора (Южная Африка) [9] и Вэллэби (Квинсленд, Австралия) [12]. Следует отметить, что ийолит-карбонатитовые массивы типа Палабора (Лулекоп, Палабора, Шпитцкоп в ЮАР, Карджил в Канаде) являются древнейшими на Земле с радиологическим возрастом 1800 ± 100 млн лет в пределах Южно-Африканской и Северо-Американской протоплатформ с возрастом фундамента 3000-2600 млн лет [9].

Изотопные составы и соотношения стронция и неодима в ордовикских карбонатитах комплекса Эдельвейс по нашим данным (таблица 1) (Горный Алтай) позволяют предположить их происхождение из мантийного резервуара типа PREMA. Близкие результаты получены также Врублевским В.В., Крупчатниковым В.И., Гертнером И.Ф. [1] для карбонатитов комплекса Эдельвейс, которые интерпретируют их генерацию в связи с функционированием Сибирского суперплюма. Эволюция производных мантийных расплавов и мантийно-коровое взаимодействие осложнялась коровой контаминацией.

Большетагнинский массив карбонатитов (Белозиминская группа карбонатитов Архангельской области) имеет соотноше-

ния изотопов Sr и Nd, близкие к резервуару FOZO, образовавшемуся в результате дифференциации однородного хондритового резервуара (BSE).

Позднемезозойские Карасугские карбонатиты Тывы по данным предыдущих исследователей имеют концентрации и соотношения изотопов стронция и неодима, характерные для мантийного источника преобладающей мантии типа PREMA [3]. Вместе с тем выявлена неоднородность в изотопном составе карбонатитов, обусловленная контаминацией карбонатитов вмещающими породами [3]. По нашим данным соотношения изотопов Sr и Nd ближе к мантийному резервуару типа FOZO, отвечающему нижней мантии как результату дифференциации однородного хондритового резервуара наиболее примитивной мантии, сохранившейся с самой ранней стадии развития Земли. Следует отметить, что для молодых по возрасту карбонатитов Африки (моложе 200 млн лет) характерно различное по масштабам смешение материала EM I и HIMU-компонентом [4, 5].

Изотопные соотношения стронция и неодима в карбонатитах Ковдора (Кольский полуостров) определяют их генерацию из деплетированной мантии, близкой к домену PREMA, имеющих плюмовую природу [13]. Допускается смешение изотопно гетерогенного мантийного источника, или двух

мантийных компонентов (деплетированной мантии и плюмового компонента), которые смешивались в различных соотношениях [13].

Карбонатиты Урала образуют сложные дериваты по соотношениям стронция. Вишнёвогорский массив ближе по изотопам стронция к резервуару типа FOZO. Булдымский массив имеет более высокие отношения стронция, чем в карбонатитах Вишнёвогорского массива, что возможно обусловлено флюид-расплавным взаимодействием при формировании карбонатитовой магмы [3].

Генерация карбонатитов комплекса Океаниания (Намибия), согласно К. Бэллу и Дж. Блэнкисопу [5] по изотопным данным стронция и неодима могла быть результатом смешения между деплетированными и обогащёнными компонентами мантии или из древних мантийных резервуаров [5].

Изотопы стронция карбонатитов Восточного Парагвая характеризуются Sr-обогащёнными параметрами, указывающими на контаминированный источник карбонатитовых расплавов, или на мантийный резервуар типа EM II (таблица). Ряд исследователей считает, что обогащение расплавов изотопом стронция связано с виртуально неконтаминированным источником магм из субконтинентальных мантийных сегментов, подверженных метасоматическим процессам [7, 8].

Изотопы стронция и неодима в карбонатитовых массивах

Карбонатитовые массивы	Значения соотношений изотопов стронция $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Значения соотношений изотопов неодима $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Значения изотопов неодима eNd
1	2	3	4
Эдельвейс (Горный Алтай)	0,703263–0,703911	0,512732–0,512749	(+6,11) – (+6,43)
Большетагнинский (Архангельская область)	0,703213–0,703941	0,512931–0,513011	-
Карасугский (Тыва)	0,703956–0,704231	0,512938–0,513018	-
Вишнёвогорский ¹ (Урал)	0,70356–0,70361	-	(+2,9) – (+3,4)
Булдымский ¹ (Урал)	0,70440–0,70470	-	(-2,4) – (-4,5)
Ковдор ² (Хибины)	0,70320–0,70370	0,512179 – 0,512416	(+1,6) – (+5,2)

Окончание таблицы

1	2	3	4
Вэллэби ³ (Голдфилд, Австралия)	0,70331–0,70388	0,512171–0,512312	-
Палабора ⁴ (Южная Африка)	0,70568 0,71078–0,71090	0,511133 0,511206–0,511285	- -
Раннемеловые Ангольские карбонатиты ⁵	0,70321–0,70466	0,51237–0,51273	-
Окениания ⁶ (Намибия)	0,70351–0,70466	0,51250–0,51244	-
Восточно-Парагвайские карбонатиты ⁷	0,70612–0,70754	0,51154–0,51184	-
Основные мантийные резервуары:			
PM	0,699	0,50660	-
BSE	0,7047	0,512638	-
PREMA	0,7035	0,5130	-
FOZO	0,703–0,704	0,5128–0,5130	-
LM	0,701–0,702	0,5126	-
DM	0,7033	0,51180	-
EM I	0,70527	0,51236	-
EM II	0,7078	0,51258	-
NIMU	0,7029	0,5129	-
PHEM	0,704–0,705	0,5126–0,5128	-

Примечание: изотопный анализ Nd и Sr проводился на многоколлекторном масс-спектрометре Finnigan MAT-262 в ИМГРЭ. Основные мантийные резервуары: PM – примитивная мантия (на время 4,5 млрд лет); BSE- однородный хондритовый резервуар (современный); PREMA – (превалирующий мантийный состав) – наиболее примитивный состав мантии, сохранившийся с самой ранней стадии развития Земли; FOZO – нижняя мантия как результат дифференциации BSE; LM – нижняя мантия; DM – деплетированная (истощённая) мантия; EM I и EM II – обогащённая мантия; NIMU – обогащённая мантия, образовавшаяся в первые 1,5-2,0 млрд. лет; PHEM – примитивная гелиевая мантия. Данные по значениям изотопов заимствованы: ¹[2], ²[13], ³[11], ⁴[14], ⁵[4], ⁶[10], ⁷[7, 8].

Для древних протерозойских золотоносных карбонатитов Палаборы (Южная Африка) предполагается смешение расплавов двух различных источников, один из которых отвечает мантийной составляющей, а другой – с участием корового материала, где соотношения изотопов стронция превышают значение 0,710 (таблица) [14].

В золотоносных карбонатитах Вэллэби (Квинсленд, Австралия), в отличие от Па-

лаборы, соотношения изотопов стронция и неодима отвечают смешанному источнику деплетированной мантии типа PREMA и близость к источнику типа EM I [11].

Таким образом, изотопы стронция и неодима в карбонатитах разного возраста и различных регионов мира показывают специфические мантийные источники и домены, генерировавшие расплавы, которые отражают многообразие типов мантийно-корового взаимодействия.

Список литературы

1. Врублевский В.В., Крупчатников В.И., Гертнер И.Ф. Карбонатитосодержащий комплекс эдельвейс (Горный Алтай): новые данные по вещественному составу и возрасту // Природные ресурсы Горного Алтая. — 2004. — № 1. — С. 38-48.
2. Кононова В.А., Донцова Е.И. // Геохимия. — 1979. — № 12. — С. 1784 - 1795.
3. Никифоров А.В., Болонин А.В., Покровский Б.Г., Сугоракова А. М., Чугаев А. В., Лыхин Д.А. // Геол. рудных месторождений, 2006. — Т. 48, № 4. — С. 296-319.
4. Alberti A., Castorina F., Censi P., Comin-Chiaramonti P., Gomes C.B. //Journ. Afr. Earth Sci. — 1999. — Vol. 29, №7. — P. 735–759.
5. Bell K., Blenkinsop J. Neodymium and strontium isotope geochemistry of carbonatites // Carbonatites, genesis and evolution. — London. — 1989. — P. 278–300.
6. Bell K., Kjarsgaard B.A., Simonetti A. // J. Petrol. — 1998. — Vol. 39, №11-12. — P. 1839-1845.
7. Comin-Chiaramonti P., Cundari A., DeCraff J.M., Gomes C.B., Piccirilo E.M. //Journ. Geodynamic. — 1999. — Vol. 28, № 3. — P. 375-391.
8. Comin-Chiaramonti P., Gomes C.B., Cundari A., Castorina F., Censi P. // Per. Mineral., 2007. — Vol. 76, № 2-3. — P. 25–78.
9. Groves D.I., Vielreiher N.M. // Mineralium deposita. — 2001. — Vol. 36, № 2. — P. 189–194.
10. Milner S.C., LeRoex A.P. // Earth Planet. Sci. Lett. — 1996. — Vol. 141, № 3. — P. 277–291.
11. Salier B.P., Groves D.I., McNaughton N.J., Fletcher I.R. // Mineralium Deposita. — 2004. — Vol. 39, № 4. — P. 473–494.
12. Stoltze A.M. A genetic link between carbonatite magmatism and gold mineralization at the Wallaby gold deposit, Eastern Goldfields, Western Australia / 32 Intern. Geologic Congress. — Florence, 2004. — Abstracts. — P. 512.
13. Verhulst A., Balaganskaya E., Kimarsky Y., Demaiffe D. // Lithos. — 2000. — Vol. 51, № 1. — P. 1-25.
14. Yuhara M., Hurahara Y., Nishi N., Kagami H. // Polar Geoscience. — 2005. — Vol. 18, № 1. — P. 101–113.

MANTLE-CRUST INTERACTION IN PROCESSES GENERATION OF CARBONATITES ON ISOTIOPE DATA OF STRONTIUM AND NEODIUM

¹Gusev A.I., ²Gusev N.I.

¹*The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk,*

e-mail: anzerg@mail. ru;

²*A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, Saint-Petersberg*

New author and literature data on petrology and mantle-crust interaction on basis isotope ratio strontium and neodium at forming of carbonatites of different regions World. On the isotope of strontium and neodium arrange different components of mantle, participating in generating of carbonatites: PREMA, HIMU, FOZO, BSE, EM I, EM II.

Keywords: carbonatites, isotopes strontium, neodium, mantle-crust interaction, components of mantle