

# ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ГЕЛИЯ В ПОЗДНЕНЕОГЕНОВЫХ ЩЕЛОЧНОБАЗАЛЬТОВЫХ МАГМАХ И КСЕНОЛИТАХ ВИЛИГИНСКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПОЛЯ (СЕВЕРНОЕ ПРИОХОТЬЕ)

В.В. Леонова, В.В. Акинин

СВКНИИ ДВО РАН, Магадан, e-mail: leonova@neisri.ru, akinin@neisri.ru

Вилигинское вулканическое поле (ВВП) является единственным известным выходом неогеновых внутриплитных щелочнобазальтовых лав на северном побережье Охотского моря. ВВП располагается на правобережье р.Вилига, в верховьях рр. Кананыга и Алики. Район относится к юго-восточной части сейсмического пояса Черского (землетрясения с  $M$  до 6.0), на современной интерпретируемой границе Северо-Американской и Охотоморской тектонических плит [Maskey et al., 1997]. В региональном плане ВВП приурочено к юго-восточному затухающему продолжению крупного левого сдвига Улахан, в районе его пересечения с разломом Угулар северо-восточного простирания. С последним ассоциируют неотектонические впадины, ближайшая к ВВП - Верхне-Купкинская. По сведениям Геофизической службы РАН, за последние 10 лет в данном районе произошло 6 землетрясений с  $M > 3,5$  баллов, эпицентры располагаются вдоль линии, проходящей близ Вилигинского вулканического поля в направлении вулкана Балаган-Тас, как правило, на глубине 30-35 км. Данные по последнему землетрясению: date= 21-Янв-2009 17:37:45.8 lat= 61.79 lon= 156.54 depth= 33km mb: 4.9/6.

В пределах ВВП изучено шесть небольших изолированных неков, даек и руин вулканических аппаратов, все - на площади около 600 км<sup>2</sup>. Продукты вулканизма – лавы и шлаки ультраосновных фойдитов – оливиновых меланефелинитов, прорывающие и перекрывающие меловые известково-щелочные вулканы Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Известно шесть вулканических тел: самое крупное представляет собой покров мощностью 70-80 м, остальные - дайки и небольшие экструзивные купола площадью 0,1-0,4 км<sup>2</sup>. Возраст слагающих лейцитсодержащих оливиновых меланефелинитов, по результатам К-Аг и Аг-Аг - датирования варьирует от 7-8 млн лет для выходов в долине рр.Кананыга и Краска, до 10,5 млн лет для выходов в долине р.Алики [Акинин, Апт, 1997; Akinin et al., 2005]. Таким образом, время извержений приближается ко времени активности Энмеленских вулканов на Чукотском полуострове [Акинин, Апт, 1997].

В вулканитах обнаружены многочисленные глубинные включения - нижнекоровые и мантийные ксенолиты, мегакристы клинопироксена, оливина, ортопироксена, титаномagnetита и флогопита. Около 80-85 % в популяции ксенолитов занимают ксенолиты слабо деплетированных шпинелевых лерцолитов ( $CaO = 1.7 - 4.5$  вес.%,  $Al_2O_3 = 1.7 - 5.8$  вес.%,  $MgO = 35 - 44.5$  вес.%). По соотношениям  $Al/Si = 0,04$  и  $Mg/Si = 1,21$  состав ксенолитов близок главному тренду верхнемантийных ксенолитов [Jagoutz E. et al. 1997], отдельные вилигинские лерцолиты близки к примитивной недифференцированной мантии. По среднему содержанию  $Al_2O_3$  вилигинские лерцолиты близки к перидотитовым ксенолитам из двух геодинамических обстановок - континентальных рифтов и континентальных дуг. Такие особенности состава в целом соответствуют положению вилигинского вулканического поля близ сочленения крупных тектонических структур – Балыгычано-Сугуйского рифтового прогиба и фрагментов Охотско-Чукотского окраинно-континентального вулканогенного пояса. Некоторые образцы по главным элементам близки к примитивной верхней мантии [Pearson et al., 2005]. По геохимии примесных элементов отчетливо устанавливается фертильный характер большинства лерцолитов. Появление фертильных перидотитов в верхней мантии под Вилигинским ареалом, перекрывающего структуры Охотско-Чукотского окраинно-континентального вулканогенного пояса, объясняется отрывом мантийного слэба (slab-window) в процессе поздне меловой субдукции, за чем последовало “вскрытие” астеносферного источника [Ntaflou et al., 2008].

Отношения изотопов Sr и Nd, Pb в лавах ВВП соответствуют наиболее деплетированному мантийному резервуару, если сравнивать эти данные с другими известными позднекайнозойскими щелочнобазальтовыми проявлениями на Северо-Востоке Азии [Акинин и др., 2008]. Для оценки вклада глубинного плюмового компонента может быть использован изотопный состав гелия. Такие анализы были выполнены по образцам вилигинских лав и некоторых глубинных включений из них в лаборатории геохронологии и геохимии изотопов ГИ КНЦ РАН с газовой выделением по методике полного плавления. Результаты представлены в

таблице 1. Известно, что базальтовые лавы утрачивают в процессе излияния значительную часть гелия, однако полученные нами для вилигинских лав низкие отношения  $^3\text{He}/^4\text{He} = (0,10-0,19) \times 10^{-6}$ , не достигающие даже атмосферного показателя, трудно объяснить только ранней дегазацией мантийного источника. Вероятной причиной могло быть привнесение в исходный расплав компонента, обогащённого радиогенным гелием. Для ксенолитов шпинелевых лерцолитов получены более высокие, чем в базальтах, значения  $^3\text{He}/^4\text{He} = (3,40-7,33) \times 10^{-6}$ . Необычно, что даже несмотря на значительное подплавление ксенолитов при транспортировке к поверхности, затрагивающее не только краевые части, но и межзёрновые пространства внутри ксенолитов, не произошло активного высвобождения мантийного гелия. Значительно более высокие изотопные отношения гелия получены для образцов мегакристов, что демонстрирует их способность выступать в роли контейнеров для сохранения первичного захваченного гелия. В мегакристе клинопироксена отношение  $^3\text{He}/^4\text{He} = 4,51 \times 10^{-6}$  относительно низкое, активной дегазации вероятно способствовало наличие совершенной спайности и микродефектов кристаллической решётки. В мегакристе оливина получено достаточно высокое первичное изотопное отношение  $^3\text{He}/^4\text{He} = 12,6 \times 10^{-6}$ , однако и оно не превышает обычных для MORB значений. Подтверждается лишь, что монокристаллы оливина - достаточно хорошие природные «контейнеры». Уникально высокое изотопное отношение получено для мегакриста ильменита ( $^3\text{He}/^4\text{He} = 35,6 \times 10^{-6}$ ). Значение приближается к современному нижнемантийному отношению (для гавайских базальтов  $\sim 30 \text{ Ra}$ ), и в определенной степени может указывать на плюмовый источник. Учитывая способность ильменита и магнетита абсорбировать и накапливать лёгкий изотоп  $^3\text{He}$  в результате спалогенных реакций с космическим излучением, нельзя исключить и иную природу хотя бы части высокого отношения изотопов гелия. Для уверенного заключения требуются дальнейшие исследования, в том числе методами локального микроанализа. Многочисленные цепочки газовой-жидких включений в мегакристах клинопироксена один из таких потенциальных объектов, методика их локального анализа позволяет избежать смешения при высвобождении гелия из пузырьков и кристаллической решётки [Толстихин, 1975].

**Таблица 1.** Результаты анализов изотопов гелия в лавах, ксенолитах лерцолитов и мегакристах Вилигинского вулканического поля.

№ образца	Координаты		Материал	4He нсм3/г x 10-6	3He /4He x 10-6
	с.ш.	в.д.			
VL1-X30	61,213	155,153	лерцолит	0,037	5,6
VL5-X35	61,400	155,000	лерцолит	0,12	7,33
VL5-X39	61,400	155,000	лерцолит	0,090	3,40
VL1-H3	61,213	155,153	лава	1,30	0,17
VL2-H1	61,183	155,400	лава	1,40	0,19
VL3-H1	61,180	155,373	лава	1,30	0,16
VL4-H1	61,181	155,380	лава	1,40	0,19
VL5-Lc4bas	61,400	155,000	лава	2,60	0,10
VL1-M17a	61,213	155,153	Срх мегакрист	0,078	4,51
VL1-M6	61,213	155,153	Оливин, мег.	0,010	12,6
VL1-M5	61,213	155,153	Ильменит мег.	0,025	35,6

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ-АНФ 09-05-91005а, гранта ДВО РАН 09-1-П16-11.

### Список литературы

Акинин В. В., Апт Ю.Е. Позднекайнозойский щелочно-базитовый вулканизм на Северо-Востоке России // Магматизм и оруденение на Северо-Востоке России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1997. С. 155-174.

Акинин В.В., Евдокимов А.Н., Кораго Е.А., Ступак Ф.М. Новейший вулканизм арктической окраины Северной Евразии // Изменение окружающей среды и климата; природные и связанные с ними техногенные катастрофы. Том II. Новейший вулканизм

северной Евразии: закономерности развития, вулканическая опасность, связь с глубинными процессами и изменениями природной среды и климата. Москва: ИГЕМ РАН. 2008. С. 41-80.

**Толстихин И.Н.** Изотопы гелия в природе. Автореф. на соиск. учен. степени д-ра хим. наук. Л.: ГЕОХИ, 1975.

**Akinin V.V., Miller E.L., Layer P.** Late Cretaceous modification of deep continental crust in the NE Paleo Pacific: additional evidence from Viliga lower crust xenoliths //EOS Trans. AGU, Vol. 86(52), Fall Meet. Suppl., 2005. V51D-1516.

**Jagoutz E. et al.** The abundances of major, minor and trace elements in the Earth's mantle as derived from primitive ultramafic nodules // 10th Lunar and Planet. Sc. Conf., Perg. Houston, 1997. P. 2031 –2050.

**Mackey K.G., Fujita K., Gunbina L.V.** et al. Seismicity of the Bering Strait region: evidence for a Bering block // Geology, 1997. V. 25. №. 11. P. 979-982.

**Ntaflos Th., Tschegg C., Coltorti M.** et al. Asthenospheric signature in fertile spinel lherzolites from the Villiga Volcanic Field in NE Russian // Metasomatism in Oceanic and Continental Lithospheric Mantle Geological Society of London, Special Publications 293. 2008. P. 57-81.

**Pearson D.G., Canil D., Shirey S.B.** Mantle Samples Included in Volcanic Rocks: Xenoliths and Diamonds // Treatise on geochemistry. Vol. 2. The Mantle and Core. 2005. P. 171 – 275.