

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА И СТЕПЕНИ ГЕТЕРОГЕННОСТИ МАНТИИ ПОЛЯРНОЙ АТЛАНТИКИ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ МАГМАТИЗМА ХРЕБТА КНИПОВИЧА И О. ШПИЦБЕРГЕН

Сушевская Н.М., Соболев А.В. (ГЕОХИ РАН)

nadyas@geokhi.ru

Ключевые слова: *мантия, базальты, генерация магм*

Специфика Арктических бассейнов связана с разнонаправленными движениями плит Арктического района, с формированием и перескоком осей спрединга. Возникновение спрединговой зоны - хребта Книповича и последующий раздвиг совпадает по времени с магматической активностью в пределах архипелага Свальбард (около 20 млн. лет назад [1-3]), проявившейся в виде покровных базальтов и продолжавшейся вплоть до 10 млн. лет назад. Около 2 млн лет назад произошла дальнейшая активизация глубинного Брейбогенского разлома в пределах о. Шпицберген, что привело к образованию трубок взрыва Халвданпигген (2 млн. лет) и Сигурд (2.7 млн. лет) и стратовулкана Сверре (10 и 6 тыс. лет). Четвертичный вулканизм, развивался с юга на север, что совпадает по направлению раскрытия Норвежско-Гренландского бассейна. Базальты четвертичных вулканов по своему составу относятся к производным щелочно-оливин-базальтовой магмы [4] и характеризуются наличием в них большого количества мантийных включений. Сложная история раскрытия Арктических морей, где Шпицберген играл важную роль, привела к тому, что в его геологии запечатлены все этапы структурной и тектонической перестройки.

Цель данной работы провести геохимическое сравнение базальтового магматизма трех формаций - толеитовой (хребет Книповича), трапповой и щелочной (о. Шпицберген), сингенетичных по времени их образования и выявить источник их обогащения.

Изученные образцы вулканов Халвданпигген и Сверрефельлет представляли собой (клинопироксен)-оливин-порфиновый базальты, по составу отличающиеся пониженными содержаниями SiO_2 (45-48 %) и повышенными MgO (9-13 %), FeO (9.5-11 %), TiO_2 (1.9-2.7 %) и K_2O (2-1.5 %) [5].

Главное отличие неогеновых базальтов и долеритов о. Шпицберген - это низкие концентрации CaO , повышенные содержания FeO и Na_2O , значения которых в пересчете на 8 % MgO достигают 12-17 и 3,2- 4 [6]. Проведенное сравнение составов оливинов, как главной ликвидусной фазы, толеитов хребта Книповича и базальтов о. Шпицберген позволило выявить специфику и характер гетерогенности плавящегося источника. По составу оливины Q и Ne-формации о. Шпицберген лежат по магнезиальности в интервале Fo_{89-81} и Fo_{84-75} и являются более железистыми, чем отмечено для оливинов толеитов хребта Книповича (рис. 1).

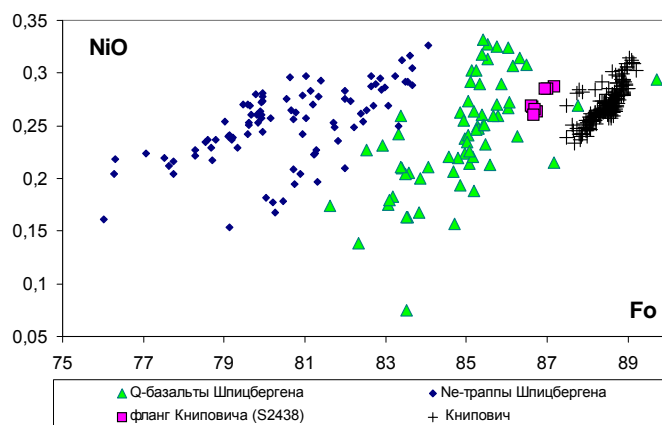


Рис.1. Содержание NiO в оливинах различных формаций Полярной Атлантики в зависимости от Fo

Их отличает также и значительно более высокие содержания Ni и пониженные содержания Mn в наиболее магнезиальных исследованных оливинах по сравнению с толеитами той же магнезиальности хр. Книповича.

По данным работы [7] оливины с подобным высоким содержанием никеля и пониженным отношением Mn/Fe не могли образоваться из продуктов плавления типичных мантийных перидотитов из-за значительного перераспределения Ni и Fe (относительно Mn) в богатый оливином респит. Оливины, существенно обогащенные Ni и обедненные Mn, свидетельствуют о безоливиновом гибридном источнике, образованном в результате реакции мантийного перидотита и корового рециклированного вещества [7,8]. Богатые кремнием расплавы, образовавшиеся из эклогита, реагируют с перидотитом, превращая его в безоливиновый пироксенит [8].

В дальнейшем при плавлении пироксенита получают расплавы, более обогащенные Si, Ni и обедненные Mg, Ca, Mn по сравнению с расплавами, полученными из их перидотитового аналога. Эта разница появляется из-за того, что оливин определяет состав расплава, образованного из перидотита, тогда как пироксен определяет состав расплава, образованного из безоливинового пироксенита. По мере подъема таких пироксенитовых расплавов к поверхности, падение давления вызывает их насыщение оливином. Этот оливин необычно обогащен Ni и обеднен Mn и Ca. Составы вкрапленников оливина фиксируют эти отличия, что можно использовать для количественной оценки вклада пироксенитовых расплавов в образование базальтов срединно-океанических хребтов [7].

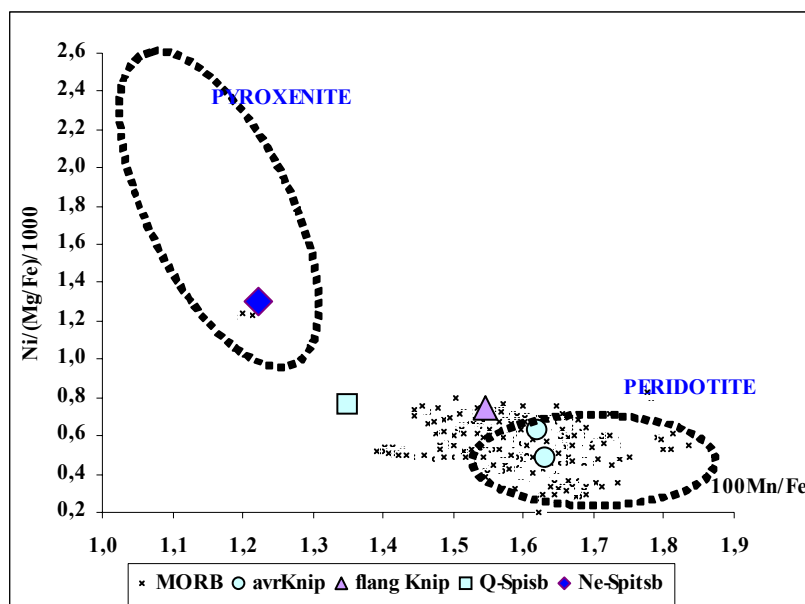


Рис.2. Составы средних магнезиальных оливинов базальтов Полярной Атлантики по сравнению с полями оливинов из первичных расплавов, равновесных с пироксенитовой и перидотитовой мантией по [7]

На рис. 2., где показаны поля оливинов, равновесных с перидотитовой и пироксенитовой мантией, приведены составы оливинов из океанических толеитов в координатах $100\text{Mn/Fe} - \text{Ni}/(\text{Mg/Fe}) \cdot 1000$ [7]. Здесь же нанесены средние составы оливина базальтов хребта Книповича (77 и 78° с.ш.) и его западного фланга (ст. S2438) [9,10], а также Q и Ne-базальтов о. Шпицберген. Эти составы образуют единый тренд от слабо обогащенных Ni оливинов хребта Книповича до обогащенных Ni оливинов Ne- базальтов о. Шпицберген. При этом доля пироксенитового компонента существенно возрастает во фланговых толеитах хребта Книповича, в четвертичных базальтах, достигая максимума в неогеновых формациях Шпицбергена, по сравнению с рифтовыми базальтами хр. Книповича. Доля участия пироксенитового компонента в генерации Ne-базальтов составляет более 70% (рис. 3).

Участие пироксенитов в процессе генерации первичных магм различных формаций подтверждается и данными по геохимии базальтов Шпицбергена и хребта Книповича. Так наиболее обогащенным несовместимыми элементами является источник неогеновых базальтов, характеризующихся повышенными значениями радиогенных изотопов свинца и стронция

($^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.5-15.55$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.4-18.6$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=38.4-38.6$ и $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.7038-0.7048$) по сравнению с щелочными базальтами четвертичных вулканов Шпицбергена. На корреляционных графиках по трем провинциям (толеиты Книповича - щелочные базальты - траппы Шпицбергена) изотопные данные образуют единые тренды, что также свидетельствует о генетической близости указанных образований [6].

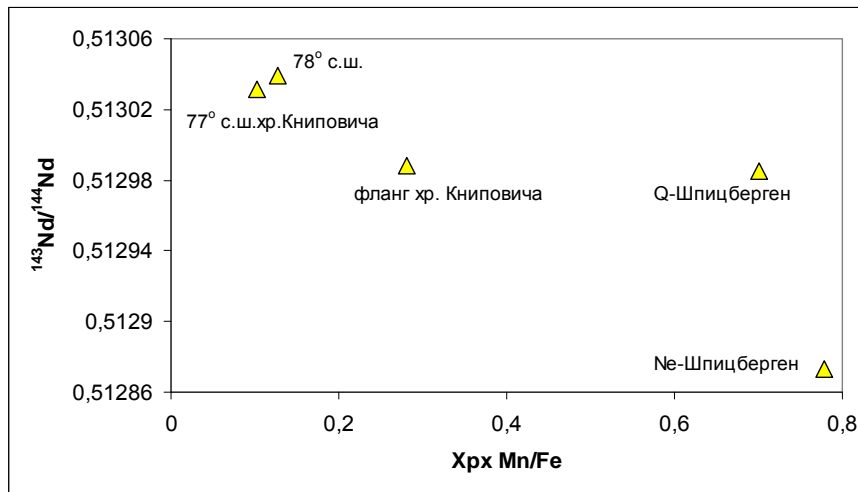


Рис.3. Корреляционная зависимость примеси обогащенного пироксенитового компонента и $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ в магмах Полярной Атлантики

Выявленная корреляция между количеством пироксенитового компонента, участвующего в генерации первичных магм в условиях континентальной и образующейся океанической литосферы, и степенью обогащения радиогенными изотопами позволяет получить геохимическую характеристику обогащенного источника первичных магм (рис. 3). Этот обогащенный компонент имеет высокие отношения $(\text{La}/\text{Sm})_n=3.5$; $\text{Dy}/\text{Yb}=2.2$ и $\text{Nb}/\text{U}=45$ (рис. 4). Геохимические признаки данного компонента в убывающей степени проявлены в четвертичных щелочных базальтах Шпицбергена, фланговых и рифтовых толеитах хребта Книповича. Высокое отношение Dy/Yb отражает существенное количество граната в источнике, что является ожидаемой характеристикой плавящегося пироксенита [7].

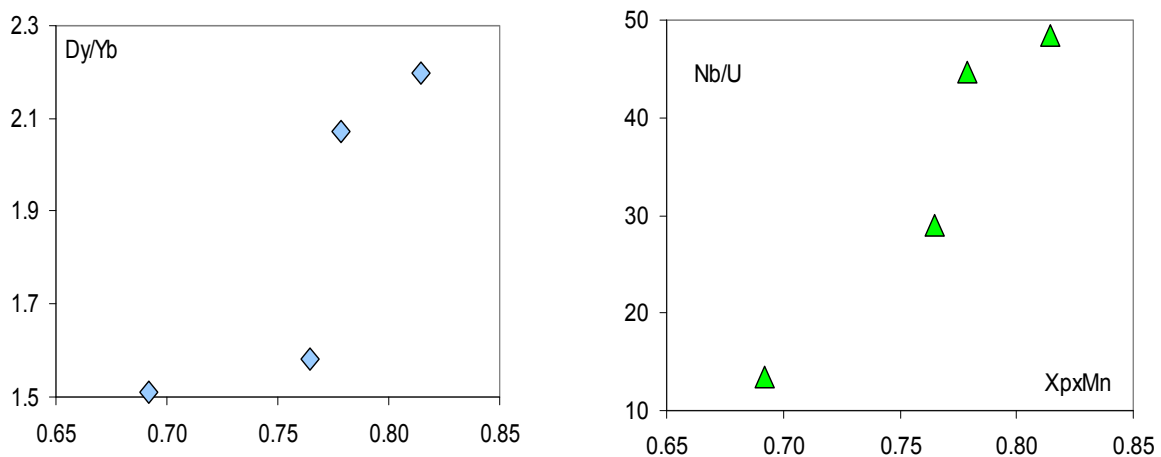


Рис.4. Корреляция Dy/Yb , Nb/U и степенью обогащения источника Ne- магматизма о. Шпицберген пироксенитовой составляющей по XpxMn в оливинах (по средним значениям по образцам [6])

Поскольку пироксенитовый компонент обладает высокими отношениями Nb/U (около 45-50, рис. 4), типичными для океанических базальтов [11], можно предполагать, что обогащенные пироксениты представляют собой продукты реакции древней океанической коры с мантийным

перидотитом. Эти фрагменты могли быть привнесены с глубинных (подлитосферных) горизонтов астеносферной мантии.

Начало спрединга хребта Книповича около 20 млн. лет назад, сопровождающегося генерацией наименее глубинных по своему происхождению толеитов (Na-TOP), совпадает по времени с активизацией магматизма в пределах Шпицбергена, который продолжался вплоть до рубежа 10 млн. лет назад. Во время раскрытия Арктики существующие разломы в пределах западной части Шпицбергена могли активизироваться и служить каналами для подъема расплавов, несущих геохимические характеристики пироксенитовой мантии. Присутствие этого легкоплавкого компонента в подлитосферной мантии могло явиться причиной возникновения плавления под континентальной литосферой и послужить причиной ее раскола.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ -09-05-00256а и Программы Президиума РАН №16

Литература

1. Mosar J. Lewis G., Torsvik T.H. North Atlantic sea-floor spreading rates: implications for the Tertiary development of inversion structures of the Norwegian-Greenland Sea // *J. of Geol. Soc. London*. 2002. V. 159. P. 503-515.
2. Ritzmann O., Jokat W. Crustal structure of northwestern Svalbard and the adjacent Yermak Plateau: evidence for Oligocene detachment tectonics and non-volcanic breakup // *Geophys. J. Int.* 2003. V. 152. P. 139-159.
3. Кораго Е.А. Реконструкции ареалов распространения магматических формаций в Баренцево-Северокарском регионе (БСКР): - Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона // СПб. ВНИИОкеангеология. 2004. Вып.5. С. 176-187.
4. Евдокимов А.Н. Вулканы Шпицбергена // СПб. ВНИИО. 2000. 123 с.
5. Суцневская Н.М., А.Н.Евдокимов, Б.В. Беляцкий, В.А.Маслов, Д.В.Кузьмин. Условия формирования четвертичного магматизма о. Шпицберген // *Геохимия*. 2008. 1. С. 3-19.
6. Суцневская Н.М., Кораго Е.А., Беляцкий Б.В., Сироткин А.Н. Геохимические особенности неогенового магматизма острова Шпицберген // *Геохимия*. 2009 (в печати).
7. Sobolev A.V., et al. The Amount of Recycled Crust in sources of Mantle-Derived Melts // *Science*. 2007. V. 316. P. 412-417.
8. Sobolev A.V., Hofmann A.W., Sobolev S.V., Nikogosian I.K. An olivine-free mantle source of Hawaiian shield basalts // *Nature*. 2005. V. 434. P. 590-597.
9. Суцневская Н.М., Черкашов Г.А., Баранов Б.В., Томаки К., Сато Х., Нгуен Х., Беляцкий Б.В., Цехоня Т.И. Особенности толеитового магматизма в условиях ультрамедленного спрединга на примере хребта Книповича (Северная Атлантика) // *Геохимия*. 2005. №3. С. 254-274.
10. Суцневская Н.М., Пейве А.А., Беляцкий Б.В. Условия формирования слабо-обогащенных толеитов в северной части хребта Книпович // *Геохимия*. 2009. (в печати).
11. Hofmann A.W. Mantle geochemistry: the message from oceanic volcanism // *Nature*. 1997. V. 385. P. 228.

Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(27) 2009

Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2009 года (ЕСЭМПГ-2009)

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2009/informbul-1_2009/magm-28.pdf

Опубликовано 1 сентября 2009 г.

© *Вестник Отделения наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2009*

При полном или частичном использовании материалов публикаций журнала, ссылка на «Вестник Отделения наук о Земле РАН» обязательна