

ГЕНЕЗИС БАЗАЛЬТОВЫХ МАГМ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ВУЛКАНОВ АРХИПИЛАГА ШПИЦБЕРГЕН

Сущевская Н.М. (ГЕОХИ РАН), Евдокимов А.Н., Маслов В.А., (ВНИИОкеангеология)

Кузьмин Д.В. (Макс Планк Институт Геохимии, Майнц, Германия)

Архипелаг Шпицберген располагается в крайней северо-западной части шельфа Баренцева моря и представляет собой крайний северо-западный выступ Евразии. Шпицберген занимает одно из ключевых мест в Арктическом бассейне, поскольку в процессе геодинамического развития региона в нем запечатлены все наиболее основные этапы геологической истории.

Вулканические постройки кайнозоя приурочены к региональному, глубинному Брейбогенскому разлому, заложенному еще на заключительной стадии байкальской складчатости или на начальных этапах каледонского тектогенеза. Это нарушение наиболее важно в тектоническом смысле, т.к. является долгоживущим, глубинным разломом (вертикальная амплитуда смещения в районе Бокк-фиорда около 1500 м). Брейбогенский разлом испытывал неоднократные активизации в постдевонское время. В частности в неогене оживление тектонических движений привело к формированию базальтовых покровов, а в четвертичное время к образованию вулкана Сверре, трубок взрыва Халвдан и Сигурд.

Четвертичные вулканы располагаются в узкой и протяженной зоне – Брейбоген – Бокк-фиорд. Они представлены тремя вулканическими постройками – самый северный стратовулкан Сверре, затем трубки взрыва Халвданпигген и Сигурд. Возраст Сигурда – 2,7 млн. лет, Халвдана – 2 млн. лет, а Сверре 10 и 6 тыс. лет. Четвертичные базальты по своему составу относятся к производным щелочно – оливин – базальтовой магмы. Вулканизм четвертичных вулканов эволюционировал с юга на север, это направление совпадает с открытием Норвежско-Гренландского бассейна. [1].

Проведенное петролого-геохимическое исследование базальтов Шпицбергена, слагающих вершинные зоны вулканов Сверрефьеллет и Халвданпигген, приуроченных к глубинной разломной зоне Брейбоген–Бокк-фиорд показало, что базальты относятся к базанитам - лимбургитам, содержание калия в которых достигает 1,5-2%[2]. Магматизм хребта Книпович, развитие которого в его современном положении по времени совпадает с активностью вулканов Сверрефьеллет и Халвданпигген, отличается своей толеитовой тенденцией, относительным обогащением натрием и малоглубинным происхождением. В то же время, изливающиеся в его пределах толеиты обладают слабообогатненными литофилами и радиогенными изотопами характеристиками [3].

Как по составу магм, так и по составу породообразующих минералов оба вулкана близки между собой, что отражает схожесть условий генерации магм в течение от 2 млн лет (Халвданпигген) до 6 тыс. лет (Сверрефьеллет).

Отличительной особенностью магм вулканов является наличие большого количества в них мантийных включений. В составах проанализированных вкрапленников оливинов и клинопироксенов из базальтов вулканов Халвданпигген и Сверрефьеллет около 70% составляли мантийные минералы. Их отличало низкое содержание СаО в магнезиальных ($Fe_{91,5-90,5}$) оливинах и высокая атомарная Mg # (91,5-92,5) клинопироксенов. На рис. 1 показано различие в концентрациях СаО в мантийных и магматических оливинах базальтовых потоков. Надо отметить, что часто мантийные оливины по размеру трудно, если не возможно, было отличить от магматических, что для подобных случаев нужно учитывать, когда речь идет о валовом составе породы, поскольку большое количество магнезиальных вкрапленников будет влиять на суммарный состав базальта.

Содержания редких элементов в клинопироксенах базальтов характеризуются слабым обогащением наиболее несовместимых элементов от Ba до Sm с характерными для клинопироксенов минимумами на Zr. Этим они отличаются от большинства базальтовых магм от траппов, толеитов до умеренно щелочных, для которых клинопироксен является третьей кристаллизующей фазой, следующей за оливином и плагиоклазом. Для данных типов магм возможна кристаллизация клинопироксена вслед за оливином.

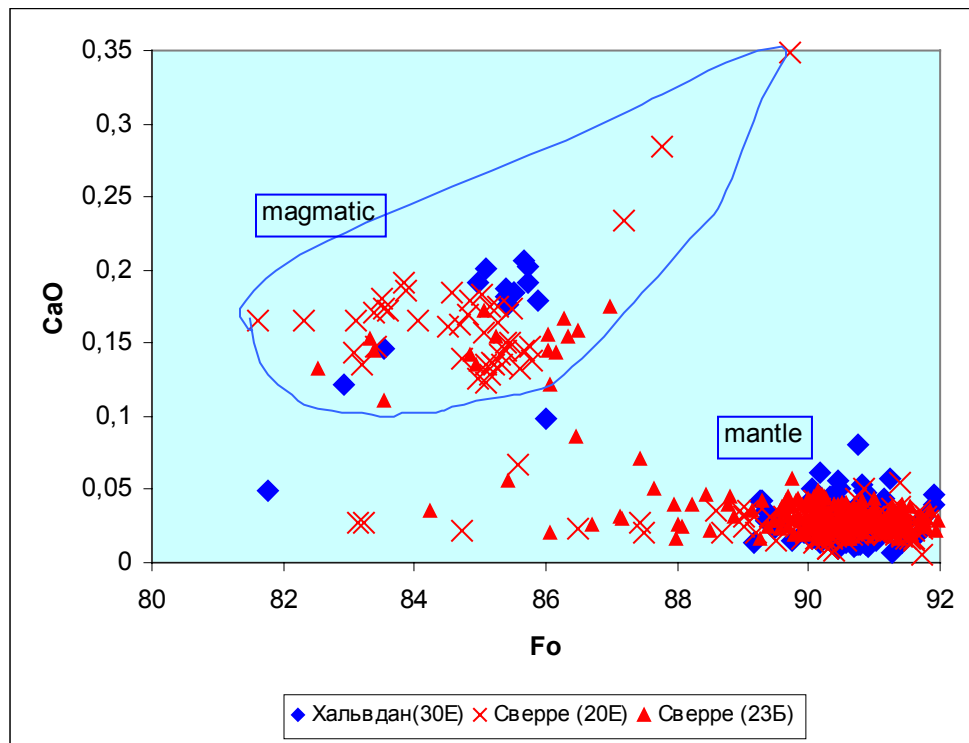


Рис.1. Составы оливинов четвертичных магм Шпицбергена

По составам магматических клинопироксенов с использованием метода Нимица была проведена оценка давления их кристаллизации. Метод, основан на проведенном исследовании составов клинопироксенов [4], в ходе которого было установлено, что при заданном давлении существует линейная связь между объемом ячейки ($V_{\text{ячейки}}$) и объемом позиции M_1 (V_{M_1}). При определенном составе расплава объемы $V_{\text{ячейки}}$ и V_{M_1} линейно уменьшаются по мере увеличения давления. На основании этих зависимостей давление может быть представлено как линейная функция от $V_{\text{ячейки}}$ и V_{M_1} . Существует температурная зависимость распределения железа и магния по позициям M_1 и M_2 , которая учитывается при расчете математических констант, участвующих в уравнении (Nimis, Ulmer, 1998). Оцененная погрешность для безводных и водонасыщенных магм составляет не больше 1,70 кбар. Необходимо отметить, что используемый геобарометр, калибровался на относительно высокомагнезиальных образцах [4]. При увеличении степени дифференцированности объекта возрастает аналитическая погрешность данного метода.

Нами были рассчитаны оценочные давления для температур 1150°C по 70 зернам клинопироксенов. Полученный средний уровень давления, при котором протекало фракционирование первичных магм, составляет 8-9 кбар, что свидетельствует о наличии промежуточных очагов в глубинных условиях континентальной литосферы.

Оцененные глубины кристаллизации магм хорошо согласуются с ранее полученным разрезом литосферы Шпицбергена, показывая расположение промежуточных очагов ниже границы Мохоровичича в переходной зоне, которая по данным мантийных ксенолитов [1], сложена кумулятивными пироксенит-перидотитами.

Генерация первичных щелочных магм происходила на значительно больших глубинах. Она могло быть спровоцирована образованием серий ступенчатых глубинных разломов (detachment faults) по направлению континент – океан [1] в ходе подъема астеносферной мантии и формирования спрединговой зоны – хребта Книповича. Возможный последний перескок оси спрединга, прошедший в позднем миоцене, мог инициировать магматическую активность континентальной окраины Шпицбергена вдоль ослабленных разломных зон. Образованные в континентальных условиях четвертичные магмы Шпицбергена и несущие обогащенные характеристики в свою очередь могли мигрировать в сторону спрединговых зон, приводя к образованию слабообогатщенной астеносферы, что отмечено по изотопным данным для северной части хребта Книпович [3].

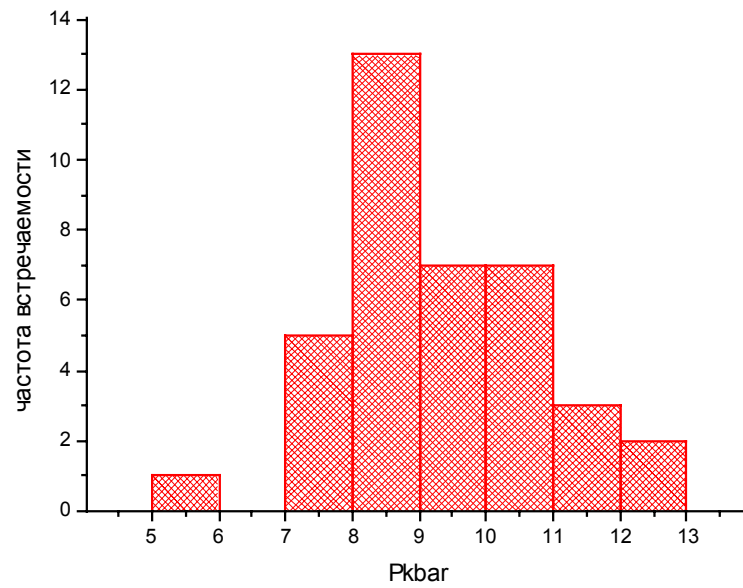


Рис.2 Гистограмма оцененных давлений кристаллизации магм в промежуточных очагах по данным составов вкрапленников клинопироксенов.

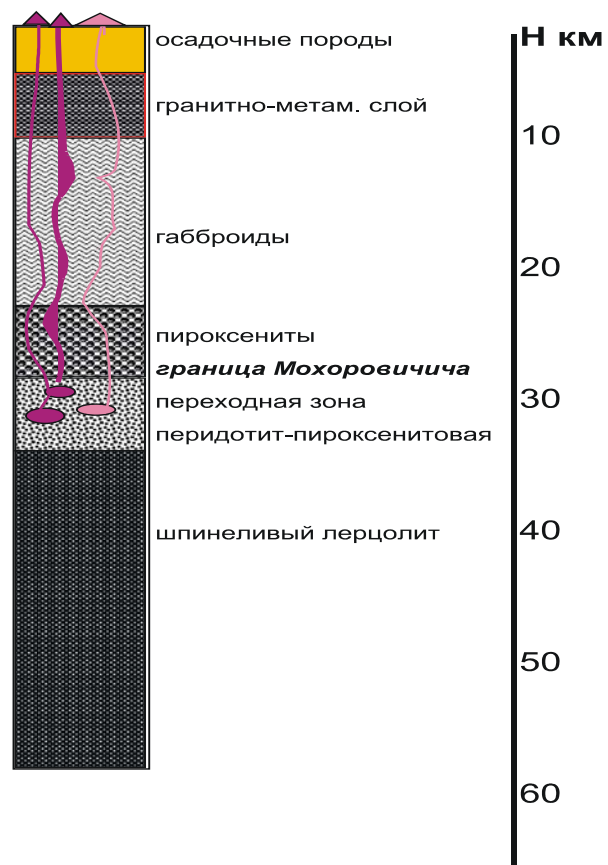


Рис.3 Реконструкция глубинного разреза нижней коры и верхней мантии Северо-Западного Шпицбергена по геофизическим данным [1].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 03-05-64573 и программы фундаментальных исследований президиума РАН - "Фундаментальные проблемы океанологии"

Литература

1. Евдокимов А.Н. Вулканы Шпицбергена // 2000, СПб, ВНИИО, с.123.
2. Маслов В.А. Состав и строение верхней мантии под островами архипелага Шпицберген (по результатам исследования глубинных ксенолитов) // Геолого-геофизические характеристики Арктического региона, СПб, ВНИИ Океангеология, 2002. Вып. 4.СС. 157-177.
3. Суцевская 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. 2004, (В печати).
4. Nimis P., Ulmer P. Clinopyroxene geobarometry of magmatic rocks Part 1: An expanded structural geobarometer for anhydrous and hydrous, basic and ultrabasic systems // Contrib. Mineral. Petrol. 1998. V. 133. PP. 122-135.
5. Crane K., Sundvor E., Buck R., Martinez F. Rifting in the Northern Norwegian-Greenland Sea: thermal test of asymmetric spreading. // J. Geophys. Res., 1991. V. 96. PP. 14529-14550.

Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(22) 2004

Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2004 года (ЕСЭМПГ-2004)

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2004/informbul-1/term-26.pdf

Опубликовано 1 июля 2004 г

© *Вестник Отделения наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2004*

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