

**НЕОДНОРОДНОСТЬ СТРОЕНИЯ МАНТИИ  
ПОД СРЕДИННО-АТЛАНТИЧЕСКИМ ХРЕБТОМ:  
ПЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ**

**Шарков Е.В.\*, Бортников Н.С.\*, Зингер Т.Ф.\*\***

*\*Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,  
Москва, sharkov@igem.ru*

*\*\*Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, Санкт-Петербург, tzinger@mail.ru*

Как устроена мантия под срединно-океаническими хребтами? Согласно традиционным представлениям тектоники плит, они являются зонами океанического спрединга, возникающими над непрерывными восходящими потоками мантийного вещества, и, соответственно, мантия под ними является однородной. С этим вроде бы согласуется и довольно однородный состав базальтов таких хребтов (MORB). Однако результаты геофизических исследований, полученные за последние годы, свидетельствует о том, что мантия под хребтами устроена значительно сложнее, чем предполагалось ранее. С этим согласуются и результаты наших работ в зоне спрединга Срединно-Атлантического хребта (САХ) полученные за последние годы. Основой для исследований послужили материалы, полученные при драгировании океанического дна на полигоне Сьерра-Леоне (5-7° с.ш.) в рейсах НИС «Академик Иоффе» (рейс 10, 2001-2002 гг.) и «Профессор Логачев» (рейс 22, 2003 г.).

Осевая часть САХ в районе полигона Сьерра-Леоне образована серией кулисообразно-расположенных грабеновых структур. Самой глубокой из них (до 5 км) является впадина Маркова, где был получен наиболее полный материал. Ее борта сложены типичными для медленно-спрединговых хребтов комплексами пород: мантийными реститовыми ультрамафитами, разнообразными габброидами с жилами гранодиоритов и трондьемитов, долеритами, и базальтами, в том числе свежими пиллоу-лавами с корками закалочного стекла. Все породы в той или иной мере подверглись катаклазу, местами сопровождавшемуся появлением зон метасоматитов с богатой сульфидной минерализацией.

**Кремнеземистая Fe-Ti-оксидная серия как свидетельство проникновения свежих мантийных плюмов через астеносферную линзу под САХ.** Около трети всех поднятых образцов кристаллических пород составляют специфические роговообманковые габбро-нориты и габбро-диориты с оливином и без него, нередко сильно обогащенные ильменитом и титаномагнетитом (феррогабброиды), объединяемые нами в кремнеземистую Fe-Ti-оксидную серию (Шарков и др., 2005). Кроме того, здесь же были встречены своеобразные мелко- и среднезернистые роговообманковые ферродолериты, а также очень редкие роговообманковые базальты с ильменитом. Рудоносные гидротермальные системы часто располагаются именно в областях присутствия или среди феррогабброидов, что может указывать на их важную роль в океаническом рудогенезе.

Феррогабброиды весьма типичны для медленно-спрединговых хребтов и обычно считаются продуктами кристаллизационной дифференциации толеитов MORB (Dick et al., 1992 и др.). Однако расплавы кремнеземистой Fe-Ti-оксидной серии имеют неординарные особенности состава: с одной стороны, они насыщены и пересыщены кремнеземом при повышенном содержании воды (до 1.77 мас.% H<sub>2</sub>O: Симонов и др., 2009), что характерно для магм надсубдукционной известково-щелочной серии, а с другой – имеют высокие содержания Ti, Fe, Nb и Ta, типичные для магм внутриплитного происхождения. Состав расплавных включений в хромитах из пород этой серии варьирует от пикритов до железистых андезитов типа исландитов, что согласуется с составом интрузивных пород. В целом, дифференцированные породы Fe-Ti-оксидной серии являются результатом кристаллизации обогащенных магматических расплавов, не зависящих от преобладающего на полигоне Сьерра-Леоне (и в Центральной Атлантике) N-MORB магматизма. Судя по тому, что свежие пиллоу-лавы снова имеют состав N-MORB, формирование этой серии было эпизодом в развитии магматической системы САХ. Вместе с тем, судя по широкому развитию подобных образований на полигоне, такие эпизоды, по-видимому, повторялись неоднократно. Мы полагаем, что происхождение подобных специфических мантийно-коровых расплавов связано с плавлением ранее образованной гидратированной океанической литосферы под

влиянием внедрившихся в нее свежих мантийных плюмов (Шарков и др., 2005). Из этого следует, что современная кора в зоне спрединга САХ формировалась в течение, по крайней мере, нескольких пульсов активности, при участии двух самостоятельных магматических систем, которые, по-видимому, периодически сменяли друг друга. Из этого следует существование здесь двух источников магм: (1) долгоживущей «астеносферной линзы» под хребтом, мощность которой составляет 200-300 км (Anderson et al., 1992; Ritsema, Allen, 2003), и (2) периодически проникающих сквозь нее молодых мантийных плюмов, зарождающихся на границе жидкого ядра и мантии.

**Результаты U-Pb датирования цирконов методом SHRIMP-II и их значение для установления неоднородности мантии под САХ.** В цирконах, выделенных из габброидов полигона Сьерра-Леоне, было установлено две группы зерен: «молодые» (менее чем ~2.3 млн. лет) и «древние» (более чем ~87 млн. лет до 3117 млн. лет) (Бортников и др., 2008). Молодые цирконы морфологические аналогичны. Они в основном представлены прозрачными, бесцветными, призматическими и короткопризматическими кристаллами и их фрагментами. Обычно зерна имеют бипирамидальные (и более) окончания и иногда содержат включения пироксенов и плагиоклаза, а также вторичного амфибола и опала. Большинство субидiomорфных кристаллов демонстрирует тонкую осцилляторную зональность и секториальное строение. В кристаллах с корродированными пирамидальными окончаниями зональность часто отсутствует, зато они содержат яркие ориентированные светлые деформационные полосы (или их фрагменты). Магматическая природа молодого циркона с тонкой осцилляторной зональностью и секториальным строением предполагает, что их возраст отвечает времени кристаллизации. Округлые зерна «древних» цирконов чаще встречаются в мелкой фракции. Визуально они практически не отличаются от «молодых», но обычно имеют каймы новообразованного циркона, слишком тонкие для датирования.

Многие образцы содержат цирконы обеих групп, т. е. родоначальный базальтовый расплав уже содержал ксеногенный циркон. Происхождение последнего могло быть связано с частичным захватом материала различного возраста из «кладбищ слэбов» в толще мантии поднимающимся мантийным плюмом. Такие «кладбища» могут содержать породы разного возраста и происхождения, в том числе докембрийские гнейсы и осадочные породы, вовлеченные в зоны субдукции. Детальное изучение пород из эксгумированных слэбов, представленных сверхвысокотемпературными комплексами Казахстана, Китая, Норвегии и др., формировавшимися при  $P > 2.8-4$  GPa (возможно, до 8.5 GPa) и  $T = 600-900^\circ\text{C}$ , показало, что циркон может сохраняться в метастабильном состоянии даже в таких экстремальных условиях (Ernst, 2001).

Согласно Nauri et al. (1994), поднимающиеся мантийные плюмы частично захватывают материал из окружающей мантии, в том числе и из материала слэбов. В процессе подъема как вещество плюма, так и захваченные фрагменты слэбов находились в твердом состоянии, и совместно плавилась, когда головная часть плюма достигала уровня своей плавучести и начинала растекаться в океанической литосфере. Циркон, как наиболее высокотемпературный минерал ( $>2000^\circ\text{C}$ ), по-видимому, практически не вовлекался в процессы плавления, благодаря чему мог сохраняться в расплаве.

Из приведенных данных следует, что циркон может быть использован как важный (а, возможно, и единственный) источник информации об особенностях вещественного состава глубокой мантии современных океанов. Это открывает новые возможности для понимания как тектонических процессов, так и глубинной геодинамики в океанических сегментах Земли.