

СОСТАВ И УСЛОВИЯ ЭВОЛЮЦИИ ПЕРВИЧНЫХ РАСПЛАВОВ ЮЖНО-ХАНГАЙСКОЙ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ (ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ РАСПЛАВНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ ИЗ ПОЗДНЕКАЙНОЗОЙСКИХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД)

Е.А. Кудряшова, В.В. Ярмолюк

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,
Москва, e-mail: katama@mail.ru

Южно-Хангайская вулканическая область (ЮХВО) размером около 800×400 км развивается с конца поздней юры [Ярмолюк и др., 1994] по настоящее время [Новейший вулканизм..., 2008]. Проявления вулканической активности последовательно мигрировали по территории ЮХВО [Ярмолюк и др., 2007], образуя цепь лавовых полей, которая рассматривается нами как след горячей точки мантии при перемещении над ней континентальной литосферы. Этому представлению не противоречат данные палеомагнитных исследований [Коваленко и др., 1997].

В позднем кайнозое область активного вулканизма переместилась из Южной Монголии в Центральную, где с конца раннего миоцена локализовалась в пределах Хангайского нагорья и его северо-восточного обрамления. Здесь было сформировано два вулканических ареала – Хангайский и Орхон-Селенгинский, которые разделены границей между Амурской и Монгольской микроплитами. Вулканизм этих ареалов характеризует последние ~17 млн. лет [Новейший вулканизм..., 2008] истории формирования ЮХВО.

Пространственная разобщенность ареалов служила основанием для их рассмотрения как независимых. Этим представлениям противоречит их большое сходство по ряду признаков. Так, вулканические события были многоэтапными и характеризовались однонаправленной миграцией центров вулканизма к северу [Новейший вулканизм..., 2008].

Вулканические породы характеризуются близким петрографическим и петрохимическим составом. Состав вулканических продуктов варьируют от более редких фойдитов (оливиновых меланефелинитов), базанитов, базальтов до преимущественно трахибазальтов, трахиандезибазальтов и фонотефритов. Они являются высококалийевыми породами, которые, кроме того, характеризуются умеренной магнезиальностью ($Mg\#_{cp}=0.55$). Несмотря на общее сходство, составы пород Хангайского и Орхон-Селенгинского ареалов несколько различаются. Для пород Орхон-Селенгинского ареала в целом характерны более высокие содержания SiO_2 , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 и более низкие значения Al_2O_3 и MnO . Наблюдаемые изменения составов пород обоих ареалов обусловлены, как процессами фракционной кристаллизации исходных магм, так и различной степенью плавления магнезиализирующего субстрата.

Петрографический облик вулканических пород достаточно однообразен. Это в основном порфириновые породы. Вкрапленники в них представлены оливином, клинопироксеном, плагиоклазом и редкими калиевым полевым шпатом и нефелином в разных соотношениях и количествах. Основная масса обычно хорошо раскристаллизована и состоит из микролитов плагиоклаза, мелких зерен клинопироксена, оливина, а также рудных минералов. Кроме того, иногда встречаются щелочной полевым шпатом и вулканическое стекло. В качестве вторичных изменений нередко агрегат илдингсита, минералы группы серпентина, хлорит, серицит, глинистые минералы, карбонат. В качестве акцессорного минерала распространен апатит.

Геохимические данные пород обоих ареалов иллюстрируют общее их обогащение микроэлементами относительно примитивной мантии. Характер относительного распределения микроэлементов в вулканических породах близок к ОИВ-типу, хотя содержание ряда элементов в этих породах в среднем ниже, чем в эталоне ОИВ, за исключением Rb, Ba, Nb, Ta, K, Sr и P.

Изотопные характеристики лав свидетельствуют об их связи с мантийными источниками. Составы пород обычно образуют суперпозицию между тремя компонентами, отвечающими характеристикам PREMA, EM-I и EM-II.

Вышеприведенные характеристики указывают на сходство магматизма обоих ареалов. В то же время остаются вопросы, были ли первичные магматические расплавы однородными для разновозрастных и структурно разобщенных вулканических полей обоих ареалов или же существенно различались? С целью выяснения составов первичных расплавов и условий их дифференциации, нами проведены исследования расплавных включений.

Были изучены расплавные включения во вкрапленниках оливина и клинопироксена из позднемиоценовых и плейстоценовых трахиандезибазальтов Тарятской впадины (северный склон Хангайского хребта, Хангайский ареал), позднемиоценовых трахибазальтов Водораздельного района (центральная часть Хангайского хребта, Хангайский ареал) и позднемиоценовых трахиандезибазальтов Орхонского вулканического района (Орхон-Селенгинский ареал).

Определения химического состава минералов, дочерних фаз и стекол расплавных включений проводилось на микрозонде в лабораториях ИГЕМ РАН, ГЕОХИ РАН, ГИПРОЦветМет (аналитики: С.Е. Борисовский, Н.Н. Кононова, А.И. Цепин).

Во вкрапленниках оливина и клинопироксена отмечаются расплавные и кристаллические включения. Кристаллические включения преимущественно представлены рудными минералами (ильменит и титаномагнетит). Расплавные включения состоят из силикатного стекла, газового пузыря и дочерних кристаллических фаз, среди которых преобладают рудные минералы. Оливины представлены Fo_{82-60} , клинопироксены – диопсидом и авгитом. Остаточные стекла расплавных включений отвечают по составу трахитам и характеризуются варьирующими величинами SiO_2 (60–68 мас. %), Na_2O+K_2O (10–13 мас. %) и отличаются более высокими содержаниями Al_2O_3 (18–24 мас. %), Na_2O (до 8 мас. %) и K_2O (до 6.5 мас. %).

Проведены эксперименты по гомогенизации расплавных включений в оливинах и клинопироксенах изученных пород. Начало плавления включений в оливинах происходило при температуре 1000 ± 10^0 С, в клинопироксенах – $1000-1070\pm 10^0$ С. Полное растворение кристаллических фаз в оливинах наблюдалось при температуре 1100 ± 10^0 С, в клинопироксенах к 1100 ± 10^0 С растворяются почти все фазы, кроме рудной, которая растворяется при нагревании до $1180-1200\pm 10^0$ С. Температура гомогенизации в оливинах достигается лишь в очень мелких расплавных включениях и составляет 1140 ± 10^0 С, а в крупных включениях полная гомогенизация не достигается и при температуре 1260 ± 10^0 С все еще сохраняется газовый пузырь, что, по-видимому, указывает на более высокие температуры исходных расплавов. Температура гомогенизации же в клинопироксенах напротив достигается почти всегда и составляет, как правило, для мелких включений 1180 ± 10^0 С, для более крупных – $1200-1240\pm 10^0$ С.

Составы гретых стекол включений в оливинах достаточно однородны и близки к составам пород. Они характеризуются близкими содержаниями петрогенных элементов: SiO_2 (47–53 мас. %), Al_2O_3 (10–17 мас. %), FeO (6–14 мас. %), MgO (4–9 мас. %), CaO (3–8.5 мас. %), а также отличаются повышенными содержаниями Na_2O (2.5–5 мас. %), K_2O (до 3 мас. %), TiO_2 (до 3 мас. %) и P_2O_5 (до 1.2 мас. %).

Составы гомогенных стекол включений в клинопироксенах имеют следующие содержаниями: SiO_2 (50–52 мас. %), Al_2O_3 (12–13 мас. %), FeO (до 8.5 мас. %), MgO (5.4–5.7 мас. %), CaO (8.6–8.8 мас. %), Na_2O (2.7–3.6 мас. %), K_2O (до 2 мас. %), TiO_2 (до 2.7 мас. %) и P_2O_5 (до 0.8 мас. %).

Полученные характеристики указывают на сходство состава первичных магм в удаленных друг от друга и разных по возрасту вулканических полей обоих ареалов, свидетельствуя об единообразии источников магматизма для ЮХВО, по крайней мере, для последних 7 млн. лет, в интервале которых происходили излияния исследованных нами лав. Фракционирующими минералами являлись оливин и клинопироксен, которые выделялись из близких по составу расплавов. В температурном интервале $>1200^0$ С выделялся оливин, ниже 1200^0 С – клинопироксен. Вариации состава пород в значительной степени определялись закономерностями фракционирования на уровне зарождения расплавов.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы Президиума РАН № 16.

Список литературы

Коваленко Д.В., Ярмолюк В.В., Соловьев А.В. Миграция центров вулканизма Южно-Хангайской горячей точки по палеомагнитным данным // Геотектоника, 1997. № 3. С. 66–73.

Новейший вулканизм Северной Евразии: закономерности развития, вулканическая опасность, связь с глубинными процессами и изменениями природной среды и климата //

Изменение окружающей среды и климата: природные и связанные с ними техногенные катастрофы. В 8 томах. Пред. ред. кол.: Лавров Н.П. М.: ИГЕМ РАН, ИФЗ РАН, 2008. Т.2..280 с.

Ярмолюк В.В., Иванов В.Г., Коваленко В.И., Самойлов В.С. Динамика формирования и магматизм позднемезозойской – кайнозойской Южно-Хангайской горячей точки мантии (Монголия) // Геотектоника, 1994. № 5. С. 28–45.

Ярмолюк В.В., Кудряшова Е.А., Козловский А.М., Саватенков В.М. Позднемеловой – раннекайнозойский вулканизм Южной Монголии – след Южно-Хангайской горячей точки мантии // Вулканология и сейсмология, 2007. № 1. С. 3–31.