

ПОЗДНЕОРДОВИКСКИЙ ЩЕЛОЧНОБАЗИТОВЫЙ ВУЛКАНИЗМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: ГЕОТЕКТОНИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА НА ПРИМЕРЕ ЛАМПРОФИРОВ САНГИЛЕНА (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ТУВА)

А.А. Гибшер, А.С. Гибшер, В.Г. Мальковец

Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, e-mail: n.gibsher@gmail.com

Западная окраина нагорья Сангилен (Юго-Восточная Тува) является уникальным местом Центральной Азии, где среди метаморфических и магматических образования ранних каледонид развит пояс камптонитовых даек агардагского щелочно-базальтоидного комплекса [Немцович, 1976] с мантийными и коровыми ксенолитами. Пояс, шириной 10 км, прослеживается в субширотном направлении на 18 км, постепенно изгибаясь к юго-востоку, и исчезает под тектоническим покровом карбонатных толщ сангиленской серии. Мощность даек варьирует от полуметра до 2 метров с раздувами до 10 метров. Дайки прорывают вендские metabазиты агардагского офиолитового комплекса, полиметаморфический комплекс тесхемской и мугурской толщ (возраст метаморфизма 530 – 468 млн. лет [Козаков и др., 2003; Петрова, Костицын, 1997]), габброиды Правотарлашкинского, габброиды и монцодиориты Башкымугурского массивов (524 ± 9 и $465 \pm 1,2$ млн. лет, соответственно [Изох и др., 2001a]) и аляскитовые граниты байдагского комплекса (473 ± 7 млн. лет [Петрова, Костицын, 2001]). Позднеордовикский возраст камптонитовых даек определен Ar/Ar методом и составляет 446 ± 4 млн. лет [Изох и др., 2001б].

По минеральному составу и структуре, согласно классификации лампрофиров [Петрографический кодекс..., 2008; Rock, 1991] породы, выполняющие дайки относятся к камптонитам. Макроскопически это темно-серые, почти черные плотные породы с большим количеством вкрапленников (фенокристаллов) темноцветных минералов. Структура основной массы полнокристаллическая, сериально-порфировая. Фенокристаллы представлены идиоморфными призматическими кристаллами амфибола (керсутита), изометричными кристаллами титанавгита с внешними каймами еще более титанистого состава, изоморфными зернами оливина и пластинками биотита. Иногда встречается темно-бурая шпинель и магнетит с титаномагнетитовыми каймами. Фенокристаллы «погружены» в основную массу из тех же фемических минералов, а также плагиоклаза и нефелина. Апатит и тонкодисперсный магнетит находятся, как в основной массе, так и в виде вростков, практически, во всех минералах. Исключение составляют фенокристаллы оливина и ядерные части фенокристаллов титанавгита.

Характерной особенностью камптонитов агардагского щелочно-базальтоидного комплекса является наличие в них мегакристаллов и ксенолитов глубинных пород. Мегакристовая ассоциация представлена керсутитом, авгитом, флогопитом, магнетитом и полевым шпатом. Среди ксенолитов встречаются породы корового и мантийного происхождения. Коровые ксенолиты представлены габброидами, гранатовыми габброидами и гранитоидами. Мантийные ксенолиты представлены шпинелевыми лерцолитами, клинопироксенитами и гранатовыми клинопироксенитами. Размер лерцолитовых ксенолитов достигает 70 см в диаметре, а мегакристаллов амфибола – 16 см в поперечнике.

По текстурным особенностям, химическому составу, наличию или отсутствию мантийных ксенолитов камптонитовые дайки агардагского щелочно-базальтоидного комплекса разделяются на две группы – А и Б. Камптониты группы А – это меланократовые породы с неоднородной пятнистой текстурой, обусловленной наличием лейкократовых обособлений – глобул, сложенных, главным образом, салических минералами и кальцитом с подчиненным количеством амфибола, изредка встречается эгирин. Размеры таких обособлений варьируют от долей миллиметра до 1,5 – 2 см и более. Для пород этой группы характерно наличие пойкилитового биотита в основной массе, что свидетельствует о насыщенности расплава летучими на этапе становления даек. По химическому составу камптониты группы А попадают в поле ультраосновных щелочных пород и характеризуются пониженным содержанием SiO_2 (34,4-41,6 вес.%) и Al_2O_3 (10,6-14,2 вес.%), и повышенным содержанием CaO (9,5-15 вес.%), MgO (8,9-14,2 вес.%), Ni (149,7-726,5 г/т), Cr (223,3-934,3 г/т) и Mg\# (73,5-82,6 %). Кроме того, дайки группы А насыщены ксенолитами лерцолитов, клинопироксенитов и габброидов.

Камптониты группы Б более лейкократовые, с однородной текстурой основной массы. Составы камптонитов группы Б лежат в поле основных щелочных пород и отличаются

повышенным содержанием SiO_2 (43,3-50,4 вес.%) и Al_2O_3 (13,2-16,2 вес.%), пониженным содержанием CaO (4,6-7,8 вес.%), MgO (3,6-10,2 вес.%), Ni (6,5-79,3 г/т), Cr (10,9-164,1 г/т) и Mg\# (53,7-78 %). Дайки этой группы совсем не содержат мантийных ксенолитов и ксенолитов гранатовых габброидов. К дайкам группы Б относится так называемая комбинированная дайка, имеющая двухфазное строение – дайка сиенита в дайке камптонита. Тела лейкократовой породы сиенитового состава находятся в центральной части камптонитовой дайки и вытянуты по ее простиранию. Максимальная протяженность лейкократовых обособлений достигает 40 м при мощности 15-35 см. Контакты сиенита и камптонита резкие. В некоторых местах наблюдается апофизы сиенитовой «жидкости» в камптонитовую и обособление ее в округлых и каплевидных выделениях. Эти наблюдения позволяют предположить, что формирование дайки произошло в результате одновременного внедрения двух расплавов. Сиенитовая часть комбинированной дайки содержит $\text{SiO}_2 = 54-56,8$ вес.%, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 21-22$ вес.%, $\text{CaO} = 1,33-3,65$ вес.%, $\text{Na}_2\text{O} = 5,9-9,8$ вес.%, $\text{MgO} = 1,07-0,23$ вес.%.

Распределение редких элементов в камптонитах обеих групп очень близко, что свидетельствует о выплавлении их из одного источника. Устанавливается обогащенность камптонитов легкими REE, при пологом распределении тяжелых REE. Эти особенности позволяют предполагать небольшие степени плавления мантийного субстрата с участием граната. Отсутствие европиевого минимума для камптонитов свидетельствует об отсутствии или незначительной степени контаминации базитового расплава коровым материалом [Изох и др., 2001б]. Минимумы по барии, стронцию и европию для сиенита из комбинированной дайки связаны с фракционированием полевого шпата в процессе фракционирования.

На основании данных по мантийным ксенолитам литосферная мантия на уровне шпинелевой фации в ордовикское время под Западным Сангиленом была сложена преимущественно шпинелевыми лерцолитами с составами от примитивных до истощенных. Мантийный метасоматоз в верхней мантии проявлен в незначительной степени, а состав метасоматического агента был близок к карбонатитовому расплаву/флюиду с низким содержанием H_2O . Температуры равновесия минеральных ассоциаций лерцолитов, рассчитанные по кальций-ортопироксеновому геотермометру [Brey & Köhler, 1990], составляют 970-1100°C, что указывает на повышенный геотермический градиент под Западным Сангиленом на ордовикское время [Gibsher et al., 2008].

Камптонитовые дайки агардагского щелочно-базальтоидного комплекса являются подводными каналами вулканических аппаратов, берущими свое начало в литосферной мантии на уровне близком к переходу шпинелевой и гранатовой фаций. Позднеордовикские продукты вулканических извержений и реликты вулканических построек в регионе уничтожены эрозией. Согласно имеющимся оценкам, полученным по данным термобарометрии минеральных ассоциаций вмещающих дайки метапелитов, выведенных в настоящее время на поверхность [Каргополов, 1997], глубина становления даек агардагского щелочно-базальтоидного комплекса соответствует 13-15 км. Камптониты группы А являются продуктом гипабиссальной кристаллизации первичного мантийного расплава, насыщенного щелочами и летучими компонентами. Камптониты группы Б являются продуктом гипабиссальной кристаллизации расплава, подобного расплаву группы А, но претерпевшего кристаллизационную дифференциацию с отсадкой оливина и клинопироксена в промежуточной камере. Отсутствие среди ксенолитов в камптонитах группы Б пород мантийного происхождения и гранатовых габброидов указывает на вероятное расположение промежуточной камеры в пределах коры, но выше уровня устойчивости гранат-двупироксен-плагиоклазовой ассоциации. Нахождение расплава в промежуточной камере вероятно привело к отсадке ксеногенного материала глубинного происхождения.

Чем же вызвано проникновение глубинных щелочнобазитовых расплавов в верхнюю кору и формирование пояса камптонитовых даек в данном регионе? Сангиленский фрагмент орогенного пояса ранних каледонид прошел все тектонические стадии от субдукционно-аккреционной (венд – средний кембрий), о чем свидетельствует кианитовая фация регионального метаморфизма метапиллитов мугурской толщи, через коллизионную (поздний кембрий – средний ордовик) – утолщение литосферы и формирование протяженного (от Западной Тувы и Монголии до Прибайкалья) орогенного пояса с широким проявлением гранитоидного магматизма [Гибшер и др., 2000] и метаморфизма повышенных температур и низких давлений [Каргополов, 1997], до трансформно-сдвигового развала орогена в позднем ордовике [Gibsher, 2001]. На завершающей стадии (460-446 млн. лет) кинематика растяжения

утолщенной литосферы обеспечила возможность проникновения глубинных щелочнобазитовых магм в реологически хрупкую верхнюю кору [Владимиров и др., 2005] и формирование по системе трещин пояса камптонитовых даек.

Список литературы

Владимиров В.Г., Владимирова А.Г., Гибшер А.С. и др. Модель тектоно-метаморфической эволюции Сангилен (ЮВ Тува, Центральная Азия) как отражение раннекаледонского аккреционно-коллизийного тектогенеза // ДАН, 2005. Т. 405. № 1. С. 82-88.

Гибшер А.С., Владимирова А.Г., Владимирова В.Г. Геодинамическая природа раннепалеозойской покровно-складчатой структуры Сангилен (Юго-Восточная Тува) // Доклады РАН, 2000. Т. 370. № 4. С. 489-492.

Изох А.Э., Каргополов С.А., Шелепаев Р.А., Травин А.В., Егорова В.В. Базитовый магматизм кембро-ордовикского этапа Алтае-Саянской складчатой области и связь с ним метаморфизма высоких температур и низких давлений // Актуальные вопросы геологии и минералогии юга Сибири: материалы научно-практической конференции, Новосибирск. Изд-во ИГиЛ СО РАН, 2001а. С.68-73.

Изох А.Э., Поляков Г.В., Мальковец В.Г. и др. Позднеордовикский возраст камптонитов агардагского комплекса Юго-Восточной Тувы // Докл. РАН, 2001б. Т. 378. № 6. С. 1-4.

Каргополов С.А. Малоглубинные гранулиты Западного Сангилен (Юго-Восточная Тува): Автореф. дисс. на соискание степени канд. геол.-мин. наук. Новосибирск. 1997. 16 с.

Козаков И.К., Ковач В.П., Ярмолюк В.В. и др. Корообразующие процессы в геологическом развитии Тувино-Монгольского массива: Sm-Nd изотопные и геохимические данные по гранитоидам // Петрология, 2003. Т. 11. № 5. С. 491 – 511.

Немцович В.М. Агардагский комплекс щелочных базальтоидов на Юго-Востоке Тувы // Докл. АН СССР, 1976. Т. 227. № 2. С. 442-444.

Петрова А.Ю., Костицын Ю.А. Возраст высокоградиентного метаморфизма и гранитообразования на Западном Сангилене // Геохимия, 1997. № 3. С. 343-347.

Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. Изд. второе. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. 200 с.

Brey G.P., Köhler T. Geothermobarometry in four-phase lherzolites II. New thermobarometers, and practical assessment of existing thermobarometers // Jour.of Petrol. 1990. V. 31. P. 1353-1378.

Gibsher A., Malkovets V., Litasov Yu., Griffin W., O'Reilly S. An evidence for the composition of the Ordovician upper mantle beneath West Sangilen (Southeast Tuva, Russia) // Ext. Abst. 9th Int. Kimb. Conf., Frankfurt, Germany. 2008. № 9IKC-A-00153.

Gibsher A.S. "Oblique accretion – a model of lateral growth of the Siberian craton in the Paleozoic" // Continental Growth in the Phanerozoic: Evidence from Central Asia. Novosibirsk, 2001. P. 52 – 54.

Rock, N.M.S. Lamprophyres. Blackie, Glasgow, U.K. 1991.