

## Неогеновый вулканизм Хамар-Дабанского и Джидинского литосферных блоков (юго-западный фланг Байкальской рифтовой зоны): геохимия, минералогия и эволюция магм

С.С. Цыпукова\*, А.Б. Перепелов\*, Е.И. Демонтерова\*\*

\*Институт геохимии СО РАН, г Иркутск

\*\*Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск

The report by the example of the volcanic plateau of Heven, Aguytyn-Nuru and Tumusun considered models for the origin and evolution of mafic magmas Hamar-Daban and Dzhida lithospheric blocks (Baikal rift zone) from the standpoint of differences mantle compositions, differences in depth of the Gr-Sp transition zone in the lithospheric mantle, the depth of origin of the melts, the role of the degree of partial melting in the formation of magmas and the processes of their differentiation.

В Центральной Азии рифтогенные процессы и связанный с ними вулканизм широко проявлены в фанерозойской истории развития складчатого обрамления Сибирского кратона. Крупнейшей кайнозойской рифтогенной структурой в Центральной Азии является Байкальская рифтовая зона [3-5, 7]. В её составе выделяется так называемая Южно-Байкальская вулканическая область, охватывающая районы от Восточной Тувы до хребта Хамар-Дабан и Прихубсугуль в Северной Монголии и характеризующаяся масштабными проявлениями позднекайнозойских вулканических процессов [6]. Одними из наиболее крупных вулканических районов в составе Южно-Байкальской вулканической области является Прихубсугульский и Хамар-Дабанский вулканические ареалы. Эти ареалы расположены в пределах Хамар-Дабанского и Джидинского террейнов, аккрецированных в раннем палеозое к Тувино-Монгольскому массиву или микроконтиненту [1] и представляют значительный интерес в изучении раннего неогенового этапа тектоно-магматического развития Байкальской рифтовой зоны.

В данном докладе приводятся результаты новых минералого-геохимических исследований трех крупных районов развития неогенового вулканизма Южно-Байкальской вулканической области, а именно районов плато Хэвэн, плато Агуйтын-Нуру и плато Тумусун. Согласно реконструкциям структурно-геологического строения Байкало-Хубсугульского региона [1] вулканическое плато Агуйтын-Нуру расположено в пределах Джидинского террейна, плато Тумусун на территории Хамар-Дабанского террейна, а плато Хэвэн в области их сочленения. Указанные террейны рассматриваются в качестве литосферных блоков, различающихся мощностью континентальной коры и литосферной мантии, глубиной положения термального граничного слоя в мантии и уровнями зарождения базитовых магм в неогене.

Плато Агуйтын-Нуру (1676 м) расположено в междуречье рек Уур-гол и Аригийн-гол к юго-востоку от озера Хубсугул, имеет площадь 12 x 15 км, существенно эродировано и рассечено речными долинами. Лавы плато общей мощностью до 300-350 м представлены щелочными оливиновыми базальтами и гавайитами. Редкие излияния базанитов обнаружены во впадине долины р. Аригийн-гол.

Плато Тумусун (2369 м) находится на водоразделе верховьев рек Тумусуна и Утулика в хребте Хамар-Дабан. Лавовые толщи плато простираются на 27 км в северо-западном и на ~ 12 км в субширотном направлении. Мощность лавовых покровов достигает здесь до ~ 500 м. Они представлены щелочными оливиновыми базальтами, гавайитами и редко базанитами, обнаруженными в верхней части вулканогенных разрезов.

Плато Хэвэн (2431 м) расположено в восточной части Прихубсугуля. Размеры плато составляют 22 x 32 км. Плато представляет собой слабо денудированную вулканогенную толщу общей мощностью до 250-300 м. Лавы плато представлены главным образом гавайитами и редко базанитами на завершающей стадии развития вулканической структуры. Полученные нами данные показали их ранне-среднемиоценовый возраст в диапазоне 20-15,5 млн лет.

Характер извержений плато Аригийн-гол и Хэвэн – трещинный, подводящие магматические каналы не обнаружены. Напротив, для плато Тумусун характерно широкое развитие даек и некков, указывающих как на трещинный тип извержений, так и на извержения центрального типа.

Ксеногенные включения характерны для лав и субвулканических тел плато Тумусун. Среди включений из пород этого плато обнаруживаются как перцолиты, так и в меньшей степени пироксениты. В вулканическом ареале плато Агуйтын-Нуру ксеногенные включения обнаружены только в базанитах долины р. Аригийн-гол. Это мелкие резорбированные ксенолиты перцолитов. В лавах плато Хэвэн включения не обнаружены, за исключением редких находок в гавайитах ксеногенных кристаллов оливина и клинопироксена. В базальтоидах ареалов встречаются и оплавленные, дезинтегрированные включения сиалического материала, имеющие, вероятно, коровое происхождение.

Базальтоиды всех исследованных вулканических ареалов обладают сходными минеральными парагенезисами вкрапленников, с преимущественным развитием оливина и редким клинопироксеном. Плагиоклазсодержащие парагенезисы вкрапленников характерны только для завершающих этапов развития этих вулканических структур. Характерными особенностями заключительных этапов кристаллизации магм плато Хэвэн и Агуйтын-Нуру является наличие в базальтоидах этих структур микролитов нефелина, а в породах плато Тумусун Ne-Sdl-содержащего парагенезиса микролитов.

Расчёт давлений и температур формирования базальтоидных магм изученных вулканических ареалов проведён по эмпирическим геотермобарометрам [2, 8, 9]. Полученные данные указывают на близкое по глубине происхождение базитовых магм плато Агуйтын-Нуру, Хэвэн и Тумусун. Формирование исходных расплавов для гавайитов вулканического плато Хэвэн происходило при максимальных  $P$  21-27±2,6 кбар и  $T$  1341-1371±53°C, а для базанитов этой структуры  $P$  32 кбар,  $T$  1413°C, что отвечает глубинам их формирования ~73-83±10 км и ~100±10 км, соответственно. Условия образования гавайитовых магм плато Тумусун находятся в интервале  $T$  1312-1331°C и  $P$  23,8-24,7 кбар. Базанитовые магмы этого плато формировались при несколько более высоких значениях  $T$  1346°C и  $P$  27,6 кбар. Глубины образования гавайитовых магм плато Тумусун заключены в интервале 72-75, а базанитовых магм составляют ~85 км.

В эволюции составов оливина и клинопироксена из исследованных базальтоидов в диапазоне  $Fo_{85-75}$  и  $En_{50-38}$ , соответственно, фиксируется этап кристаллизации вкрапленников минералов при подъёме расплавов от области магмогенерации к поверхности, а в диапазоне  $Fo_{75-45}$  и  $En_{43-33}$ , соответственно, этап кристаллизации субфенокристаллов и микролитов в близповерхностных условиях и в условиях излияния и литификации магм. Кристаллизация вкрапленников оливина в магмах начинается при  $T$  - 1317-1329°C и  $P$  - 15-17 кбар, а клинопироксена - при  $T$  - 1168-1179±45°C и  $P$  - 9-11±2,6 кбар.

Не смотря на близкие  $P$ - $T$  условия образования и кристаллизации магм, геохимические характеристики базальтоидов изученных плато существенно различаются. Базальтоиды плато Хэвэн и Агуйтын-Нуру обладают более высокими содержаниями LREE, свинца, стронция, урана и, напротив, относительно пониженными концентрациями HREE, иттрия и скандия в сравнении с породами плато Тумусун. Для гавайитов плато Тумусун величины индикаторных редкоземельных отношений составляют  $La/Yb$  10-22;  $Gd/Yb$  3,0-4,3;  $Th/U$  3,1-4,7;  $Sr/Y$  26-40, а для одноименных пород плато Хэвэн и Агуйтын-Нуру -  $La/Yb$  15-27;  $Gd/Yb$  4,0-5,2;  $Th/U$  2,8-3,5;  $Sr/Y$  35-49. Базаниты исследуемых плато отличаются от гавайитов более высокими концентрациями многих литофильных (бериллия, рубидия, тория, урана, легких редких земель) и высокозарядных элементов (титана, ниобия, тантала, циркония, гафния).

Изотопные характеристики базальтоидов плато Хэвэн  $^{87}Sr/^{86}Sr$  0,704312-0,704601,  $^{143}Nd/^{144}Nd$  0,512867-0,51265;  $^{206}Pb/^{204}Pb$  17,784-17,985;  $^{207}Pb/^{204}Pb$  15,435-15,469;  $^{208}Pb/^{204}Pb$  37,607-37,867 и плато Тумусун  $^{87}Sr/^{86}Sr$  0,703870-0,704433;  $^{143}Nd/^{144}Nd$  0,512846-0,512761 указывают на несколько менее радиогенный состав стронция для пород последнего.

В докладе на примере вулканических плато Хэвэн, Агуйтын-Нуру и Тумусун рассматриваются модели происхождения и эволюции базитовых магм Хамар-Дабанского и Джидинского литосферных блоков с позиций различий составов магмообразующего мантийного субстрата, различий глубины нахождения гранат-шпинелевой зоны перехода в литосферной мантии, глубины зарождения расплавов, роли степени частичного плавления в образовании магм и процессы их дифференциации.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 11-05-00425-а, Интеграционных проектов СО РАН № 11, 87, Проекта Президиума РАН № 4.3.*

Литература

1. Беличенко В.Г., Резницкий Л.З., Гелетий Н.К., Бараш И.Г. // Геология и геофизика, 2003. Т. 44. №6. С. 554-565.
2. Демонтерова Е.И., Иванов А.В., Рассказов С.В., Маркова М.Е., Ясныгина Т.А., Малых Ю.М. // Петрология, 2007. Т. 15. № 1. С. 93-110.
3. Киселёв А.И., Медведев М.Е., Головкин Г.А. Вулканизм Байкальской рифтовой зоны и проблемы глубинного магнезиализма. Новосибирск: Наука, 1979. 197 с.
4. Логачёв Н.А. // Геология и геофизика, 2003. Т. 44. № 5. С. 391-406.
5. Рассказов С.В. Магматизм Байкальской рифтовой системы. Новосибирск: Наука, 1993. 288 с.
6. Ярмолюк В.В., Иванов В.Г., Коваленко В.И., Покровский Б.Г. // Петрология, 2003. Т. 11. № 1. С. 3-34.
7. Ярмолюк В.В., Кудряшова Е.А., Козловский А.М., Саватенков В.М. // Петрология, 2011. Т. 19. № 4. С. 341-362.
8. Haase K.M. // Earth and Planetary Science Letters, 1996. V. 144. P. 75-92.
9. Putirka K. // Reviews in Mineralogy and Geochemistry. Mineralogical Soc. Am., 2008. V. 69. P. 61-120.