

ВУЛКАН ГОРЕЛЫЙ – ЭВОЛЮЦИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ

М.Г. Гавриленко, А.Ю. Озеров

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский,
e-mail: max.gavrilenko@gmail.com

Вулкан Горелый – крупный долгоживущий щитовой вулканический центр Южной Камчатки, сохраняющий эруптивную активность в настоящее время (последние извержения 1980-81 и 1984-86 гг.). Вулкан имеет сложное строение. В его структуре выделяется несколько комплексов, но в целом в строении вулкана Горелый участвуют две постройки – древняя и современная. Древняя постройка (Пра-Горелый) имеет щитообразную форму. В центре ее расположена кальдера диаметром 13x12 км. Современная постройка (Молодой Горелый) занимает центральную часть кальдеры, представлена тремя слившимися конусами, которые в виде хребта вытянуты в З-СЗ направлении. Абсолютная высота центрального конуса – 1829 м. На вершине имеется 11 кратеров, наложенных друг на друга, а на склонах – около 40 побочных прорывов с лавовыми потоками различной протяженности [Селянгин, 1999].

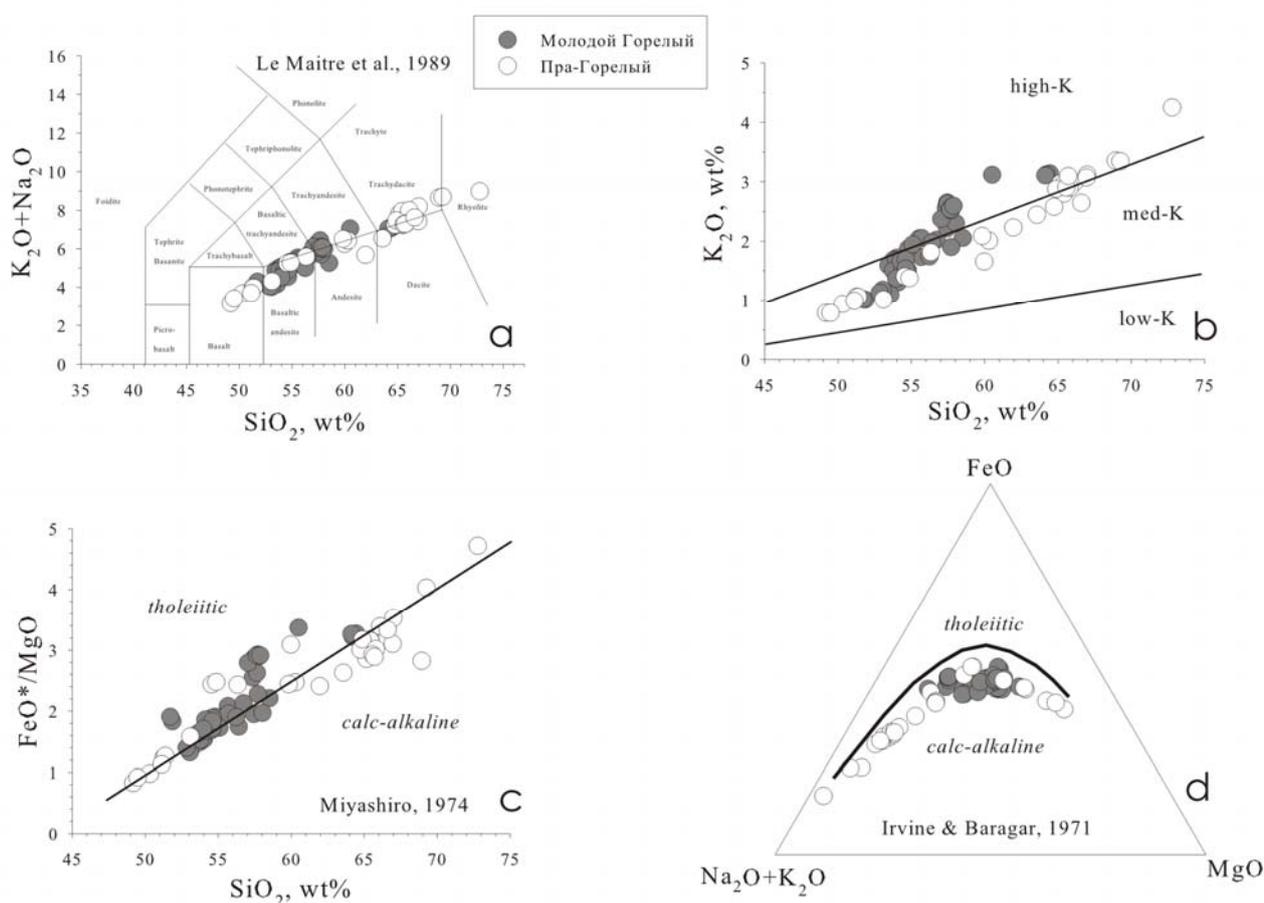


Рис. 1. Химические анализы пород вулкана Горелый на классификационных диаграммах.

По химическому и минеральному составу вулканы Горелого представляют ассоциацию генетически родственных пород (эволюционную серию) от базальтов до риолитов [Кирсанов, 1991; Мартынов, 1989; Мартынов, 1995; Селянгин, 1999, Чацин, 1999]. Геохимические исследования позволили выделить две эволюционные серии пород. Вулкан Пра-Горелый представлен базальт-андезито-дацит-риолитовой ассоциацией, в пределах которой обнаружены и высокомагнезиальные базальты ($MgO \sim 11\%$). Постройка вулкана Молодого Горелого сложена базальтовыми, андезитовыми и дацитовыми разностями. Реконструкция эволюционных рядов показывает, что обе вулканические серии вулкана Горелый представляют собой родственные генетические ряды пород, которые прошли сходные

этапы фракционирования. Общим источником этих серий является перидотитовое вещество верхней мантии, в результате эволюции которого сформировался весь спектр вулканитов – от основных до кислых дифференциатов. Следует подчеркнуть, что первая находка высокомагнезиальных базальтов на вулкане Горелый наглядно свидетельствует о том, что эруптивные центры Южной Камчатки имеют мантийное заложение, также как и вулканы Центральной Камчатки.

Магматические серии вулканов Пра- и Молодого Горелого, формировались в различных геодинамических обстановках. Между ними наблюдался мощный этап кальдерообразования, во время которого на поверхность было выброшено около 100 км³, образовалась кальдера обрушения диаметром около 12 км, что привело к масштабной перестройке питающей системы. Тем не менее, начавший свою деятельность внутрикальдерный Молодой Горелый практически полностью повторил морфологию эволюционных рядов вулкана Пра-Горелый. Это уверенно показывает, что влияние коровых компонентов на развитие эволюционных серий практически отсутствует и все разнообразие вулканических продуктов является результатом собственной эволюции магматических расплавов вулкана Горелый.

Проведенные микронзондовые исследования фенокристаллов лав вулкана Горелый показывают, что в ходе эволюции магматического расплава существовало, по крайней мере, два уровня кристаллизации. Первый соответствует периоду кристаллизации высоко-, среднемагнезиальных оливинов (Mg# 88-77). Второй уровень кристаллизации четко выделяется в составах ядер фенокристаллов пироксенов (Mg# 73-67).

Двухступенчатый характер эволюции исходного магматического расплава подтверждается и результатами ЭВМ-моделирования. Первый этап характеризуется относительно высокими давлениями (6-8 кбар), что позволяет назвать его глубинным, и низкими значениями летучести кислорода (1% доля Fe³⁺ в суммарном количестве железа). Кристаллизация на втором этапе проходила в близповерхностных условиях (1-1.5 кбар) при высоких значениях летучести кислорода (буфер Ni-NiO). Существование этого уровня кристаллизации свидетельствует в пользу наличия близповерхностного магматического очага, ответственного за образование кальдеры и мощной толщи покровных игнимбритов.

При термодинамическом моделировании использовалась система КОМАГМАТ, разработанная в ГЕОХИ РАН [Ariskin, 1993]. Этот пакет прикладных петрологических ЭВМ программ реализован на персональных компьютерах IBM PC и предназначен для расчета последовательности выделения минералов и химической эволюции расплава по мере равновесной или фракционной кристаллизации базальтовой магмы. Основой программы является решение систем уравнений равновесия минерал-расплав (геотермометров) для главных фаз базальтовой системы при заданной степени ее кристаллизации. Геотермометры для оливина, плагиоклаза, пироксенов и магнетита откалиброваны по результатам описанных в литературе экспериментов и гарантируют точность определения температуры кристаллизации в пределах 10-15°C при атмосферном давлении и 20-30°C при давлениях ~15 кбар. Составы минералов рассчитываются с точностью 1-3 мол.%. Программа КОМАГМАТ моделирует кристаллизацию магмы шаг за шагом по мере увеличения доли кристаллизующегося материала, причем в процессе вычислений можно варьировать окислительно-восстановительный потенциал в условиях закрытой или открытой (12 буферов) по кислороду системы.

Список литературы

- Кирсанов И.Т., Мелекесцев И.В.** Вулкан Горелый. // Действующие вулканы Камчатки. Т. 2. М.: Наука, 1991. С. 294-317.
- Кирсанов И.Т., Федоров М.В.** Игнимбриты вулкана Горелого. // Проблемы вулканизма. Материалы ко II Всесоюзному вулканологическому совещанию. Петропавловск-Камчатский, 1964. С. 45-47.
- Мартынов Ю.А., Перепелов А.Б., Чащин А.А.** Геохимическая типизация базальтоидов Мутновского вулканического поля (Южная Камчатка). // Тихоокеанская геология, 1995. № 5. Т. 14, С. 72-83.
- Мартынов Ю.А., Чащин А.А.** Породообразующие минералы основных эффузивов Мутновского геотермального района. // Новые данные по петрологии магматических и метаморфических пород Камчатки. Владивосток. 1989. С. 112-128.

Селянгин О.Б., Пономарева В.В. Строение и развитие Гореловского вулканического центра, Южная Камчатка // Вулканология и сейсмология, 1999. № 2. С. 3-23.

Чашин А.А. Игнимбриты вулкана Горелого (Южная Камчатка): состав, условия формирования // Проблемы геологии, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых Дальнего Востока. (Тр. ДВГТУ. Вып. 121, сер. 4). Владивосток. 1999. С. 142-148.

Ariskin A.A., Barmina G.S., Frenkel M.Ya., Nielsen R.L. COMAGMAT: a Fortran program to model magma differentiation processes // Computers and Geosciences, 1993. V. 19. P. 1155-1170.

Irvine T.N., Baragar W.R. A guide to the chemical classification of the common igneous rocks, Canadian Journal of Earth Sciences, 1971. 8. P. 523-548.

Miyashiro A. Volcanic rock series in island arcs and active continental margins // American Journal of Science, 197. 274. P. 321-355.