

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ**

•
**УЧРЕЖДЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ,
ПЕТРОГРАФИИ, МИНЕРАЛОГИИ
И ГЕОХИМИИ РАН**

•
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ

•
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО РУДООБРАЗОВАНИЮ

•
**МОСКОВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКОГО МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА**

МАГМАТИЗМ И РУДООБРАЗОВАНИЕ

**Материалы конференции,
посвященной 125-летию
со дня рождения
академика А. Н. Заварицкого**

18 – 19 марта 2009 г.

**Москва
ИГЕМ РАН
2009**

Процесс гранитизации и магматического замещения представляет интерес тем, что сопровождается формированием золоторудных тел локализованных как в пределах фронта базификации, в процессе которого идёт вымывание и осаждение (концентрация) полезного компонента, так и в пределах кремне-щелочного фронта под влиянием гидропневматолитов и щелочных растворов, формирующих жильные тела с золотом различной мощности.

Пространственное расположение золоторудных тел закономерно зависит от факторов приводящих к их образованию, каковыми в данном случае являются фронт базификации и кремне-щелочной метасоматоз.

ПЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД ВУЛКАНА КАМЕНЬ (КАМЧАТКА)

Чурикова, Т.Г., Гордейчик Б.Н., Иванов Б.В., Максимов А.П.

ИВиС ДВО РАН -

Введение

Проблема геохимического разнообразия пород Ключевской группы вулканов до настоящего времени является одной из наиболее острых среди вопросов магмообразования Камчатской зоны субдукции. Систематические исследования вулкана Камень, расположенного в центре Ключевской группы, не проводились с 60-х годов прошлого века. Изучению продуктов извержений Ключевской группы, которая занимает особое место среди вулканов Камчатки, посвящено большое число публикаций последних лет [в т.ч. *Хренов и др.*, 1989; *Kersting and Arculus*, 1995; *Pineau et al.*, 1999; *Озеров*, 2000; *Dorendorf et al.*, 2000; *Миронов и др.*, 2001; *Churikova et al.*, 2001; *Portnyagin et al.*, 2007; *Turner et al.*, 2007], при этом о вулкане Камень имеются только единичные работы, посвященные в основном обвалу восточного склона вулкана и некоторым петрографическим описаниям пород [*Ермаков*, 1969, 1977; *Мелекесцев*, 1980; *Мелекесцев*, *Брайцева*, 1984; *Ponomareva et al.*, 2006]. Тем не менее, изучение этого объекта, как предшественника двух наиболее активно действующих в настоящее время вулканов – Ключевского и Безымянного, сформировавшихся на северном и южном склонах Камня, представляется крайне важным, и детальные исследования его пород могут дать ответы на ряд вопросов, связанных как с развитием самого вулкана, так и всей Ключевской группы. Пространственно-временная близость трёх вулканов и наличие единой зоны аномального затухания сейсмических волн под ними [*Токарев, Зобин*, 1970] могут указывать на их генетическое родство. Однако лавы соседних действующих вулканов принципиально различаются: Ключевской вулкан извергает высоко-Mg и высоко-Al оливин-пироксен-плагиоклазовые лавы, в то время как породы вулкана Безымянный характеризуются роговообманковыми андезитами и дацитами. Вулкан Плоские Сопки, расположенный в 10 км к СЗ от Камня, характеризуется средне- и высоко-K субщелочными породами.

В настоящей работе представлены данные по геологии, петрографии, минералогии и петрохимии пород вулкана Камень.

Геологическое развитие и породы вулкана

В геологической истории развития вулкана установлено три последовательных периода: формирование постройки стратовулкана, развитие дайкового комплекса и образование многочисленных шлаковых и шлако-лавовых конусов.

Постройка стратовулкана имеет гомодромное развитие: наиболее ранние порции лав являются существенно-оливиновыми, выше по разрезу широко развиты Ol-Cpx-Pl породы, в которых вверх по разрезу количество темноцветных минералов уменьшается. Верхние части стратовулкана характеризуются безоливиновыми породами, встречаются также отдельные потоки с роговой обманкой во вкрапленниках. Макроскопически породы представлены массивными лавами с разной пористостью и различным обогащением фенокристаллами. Структуры пород меняются от субафировых и серийно-порфировых до крупно- и мега-порфировых. Основными минералами-вкрапленниками пород стратовулкана являются Ol, Px, Pl, редко – Hb.

Дайки радиальных и кольцевых структур имеют мощность 1-5 м и протяженность до 1,5-2 км. Кроме пород, аналогичных постройке стратовулкана, на восточном склоне встречаются крупнокристаллические оливиновые базальты, с содержанием оливина до 20-25% в то время, как на юго-западной стороне присутствуют дайки Hb-андезитов.

Лавы конусов представлены Ol-Cpx-Pl породами и макроскопически аналогичны породам стратовулкана. В ряде случаев конуса представлены исключительно шлаковым материалом, в других случаях лавовые потоки от них могут достигать 3-5 км.

Мантийные ксенолиты представлены гарцбургитами и зелеными клинопироксенитами с характерными размерами 1-5 см.

Петрография и минералогия вулкана Камень

По содержанию минералов-вкрапленников породы вулкана Камень можно разделить на 7 типов, образующих четыре группы. Это оливин-содержащие (Ol-2Px и Ol-Cpx), безоливиновые (2Px-Pl, Cpx-Pl и существенно Pl), субафировые и роговообманково-содержащие разности. Оливин-содержащие породы встречаются во всех вулканических комплексах. Безоливиновые породы встречаются только в постройке стратовулкана. Лавы моногенных конусов представлены оливин-содержащими и субафировыми разностями, а породы дайкового комплекса – оливин-содержащими и роговообманково-содержащими вулканитами. В постройке стратовулкана наблюдаются все указанные типы пород.

Составы оливинов вулкана Камень варьируют от Fo₆₀ до Fo₈₃, имея одномодальное распределение с максимумом в Fo₇₉. Содержания микроэлементов в оливинах значительно варьируют: содержания NiO меняются от 0,009% до 0,124%, Cr₂O₃ – от 0,007% до 0,06% и CaO от 0,1% до 0,378%. При этом NiO/Cr₂O₃ и NiO/CaO отношения довольно низкие и в среднем составляют 3,5 и 0,38, соответственно. Благодаря низким значениям магнезиального номера (Mg#) оливина и низким содержаниям Ni в нем, оливины вулкана Камень не попадают в мантийную стрелку, предложенную [Ozawa, 1984].

Клинопироксены вулкана Камень соответствуют по составу авгиту с магнезиальным номером Mg#, варьирующим в том же диапазоне, что и магнезиальный номер оливина, и также имеющим одномодальное распределение с максимумом в Mg#79. Содержания микроэлементов в клинопироксенах варьируют в следующих диапазонах: содержания Cr₂O₃ меняются от 0,01% до 0,76%, MnO – от 0,09% до 0,60%, Na₂O – от 0,02% до 0,50% и TiO₂ от 0,25% до 1,07%. При этом содержания Cr₂O₃ закономерно

падают, а содержания TiO_2 растут с понижением $\text{Mg\#}$ клинопироксена, значения же MnO и Na_2O практически не меняются.

Плагииоклазы обнаруживают двумодальное распределение с максимумами при An_{50} и An_{86} . Надо отметить низкую магнезиальность и высокую железистость плагииоклазов, в которых наблюдается положительная корреляция между содержаниями MgO и TiO_2 .

Рудный минерал представлен высоко-Al шпинелью, магнетитом и титаномангнетитом. Al_2O_3 коррелирует положительно с MgO , а TiO_2 с FeO в рудной фазе.

Близкое распределение $\text{Mg\#}$ в оливине и клинопироксене свидетельствует о том, что эти минералы находятся в равновесии. Низкие значения $\text{Mg\#}$ оливина и клинопироксена и низкие концентрации в них Ni и Cr свидетельствуют о значительном фракционировании расплава. Такой вывод подтверждается и отсутствием высоко-Cr шпинели в оливинах.

Распределение макроэлементов в породах вулкана Камень

Все породы вулкана Камень принадлежат к умеренно-К субщелочным базальт-андезито-базальтовым сериям (Рис. 1а). Тем не менее на диаграмме Харкера (Рис. 1) наблюдаются отчётливые закономерные различия между упомянутыми комплексами. Породы постройки стратовулкана формируют устойчивые тренды на большинстве диаграмм с повышением K_2O и понижением Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , FeO и MgO при возрастании SiO_2 . При этом содержания Na_2O и P_2O_5 практически не меняются (Рис. 1е и 1з). Диапазон SiO_2 в породах постройки стратовулкана максимальный в сравнении с другими комплексами. Наиболее кислые разности пород с кремнеземом 53%-56% наблюдаются именно в лавах стратовулкана, с чем, вероятно, связано широкое развитие безоливиновых разностей.

Два образца даек на диаграммах Харкера расположены в базальтовом окончании тренда пород стратовулкана.

Лавы моногенных конусов значительно отличаются от двух описанных комплексов. В сравнении с породами стратовулкана и дайкового комплекса лавы моногенных конусов обогащены MgO и CaO , но обеднены FeO , TiO_2 , Al_2O_3 и P_2O_5 при близком содержании SiO_2 . В целом этот комплекс пород и менее щелочной, что ярче проявлено в распределении Na_2O (Рис. 1е) и менее – K_2O (Рис. 1а). При этом породы моногенных конусов не формируют четко выраженных трендов, а образуют группы точек.

Выводы

(1) все породы относятся к умеренно-К субщелочным базальт-андезито-базальтовым сериям; (2) породы стратовулкана являются высокоглиноземистыми низкомагнезиальными ($\text{MgO} < 6\%$) разностями базальт-андезито-базальтового ряда и формируют устойчивые тренды на диаграммах; (3) расплавы дайкового комплекса, вероятно, являются наименее фракционированными членами того же источника, что и постройка стратовулкана; (4) лавы моногенных конусов являются высокомагнезиальными базальтами ($\text{MgO} > 6\%$, $\text{SiO}_2 = 50,5-52,5\%$) и систематически отличаются от постройки стратовулкана по всем макроэлементам.

Породы вулкана Плоские Сопки систематически более щелочные, чем породы вулкана Камень, и, вероятно, не могут иметь единого с ним мантийного источника. В то же время генетическая связь вулкана Камень вполне вероятна с породами вулканов Ключевской и Безымянный и требует дальнейших исследований.

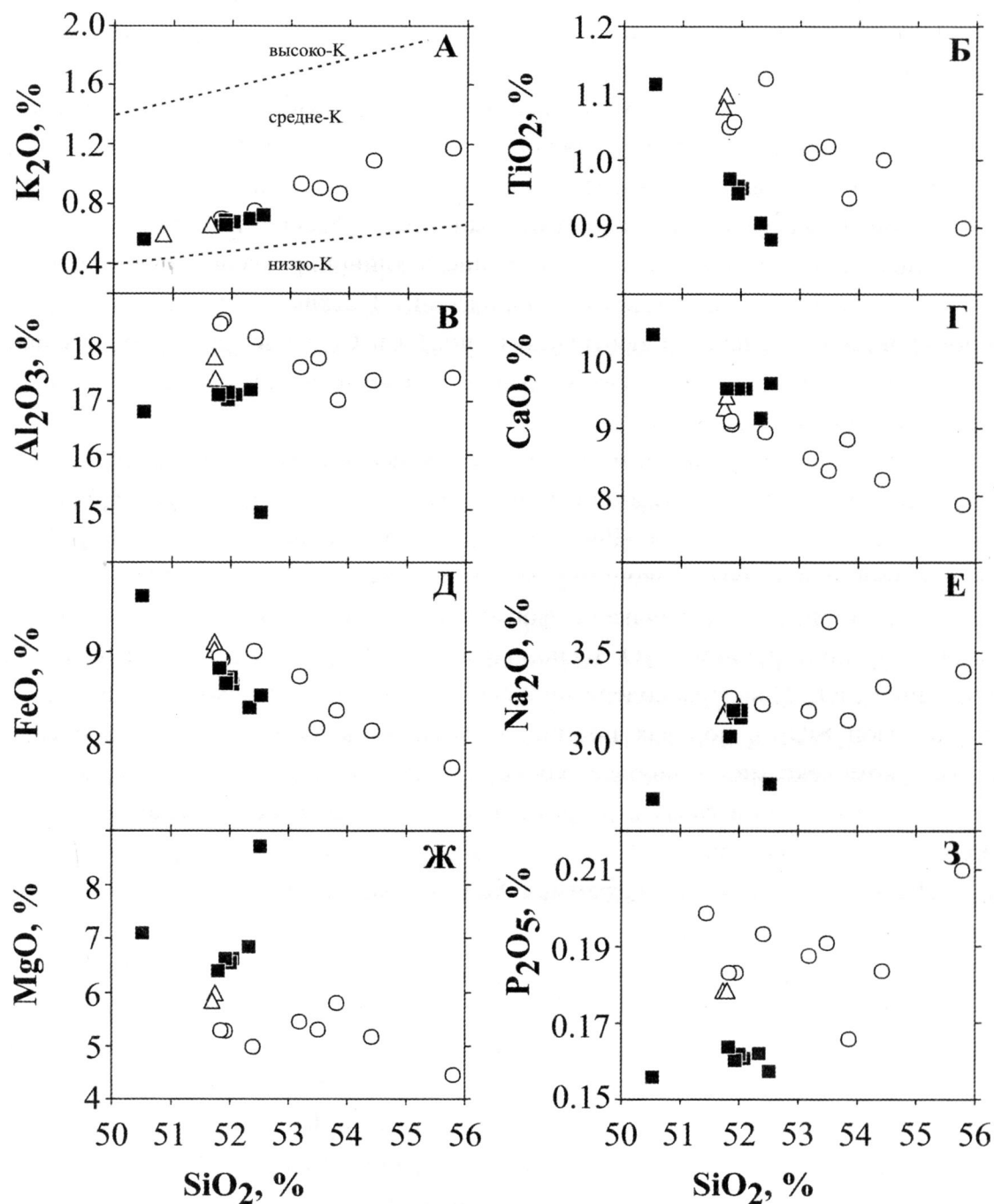


Рис. 1. Диаграмма Харкера для пород вулкана Камень. Кружки – породы стратовулкана, треугольники – базальты дайкового комплекса, квадраты – лавы моногенных конусов.

Литература

Ермаков В.А. В кн. Вулканы и извержения. Москва, 1969, с. 82-93; Ермаков В.А. Формационное расчленение четвертичных вулканических пород. Москва, Недра, 1977, 223 с.; Мелекесцев И.В. Вулканизм и рельефообразование. Москва, Наука, 1980, 212 с.; Мелекесцев И.В., Брайцева О.А. Вулканология и сейсмология, 1984, № 4. с. 14-23; Миронов Н.Л., Портнягин М.В., Плечов П.Ю., Хубуная С.А. Петрология, 2001, т. 9, № 1, с. 51-69; Озеров А.Ю. В сборнике «Петрология и металлогения базит-гипербазитовых комплексов Камчатки». Петропавловск-Камчатский, 2000, с. 58-60; Токарев П.И., Зобин В.М. Бюллетень вулканологических станций, 1970, № 4, с. 17-23; Хренов А.П., Антипин

В.С., Чувашова Л.А. Смирнова Е.Б. (1989) Вулканология и сейсмология, 1989, № 3, 3-15; Churikova, T., Dorendorf, F., Wörner, G. Journal of Petrology, 2001, v. 42, N 8, p. 1567-1593; Dorendorf, F., U. Wiechert, and G. Wörner (2000), Earth Planet. Sci. Lett., 175, 69-86; Kersting, A. B., and R. J. Arculus (1995), Earth Planet Sci. Lett., 136, 133-148; Pineau, F., Semet, M.P., Grassineau, N., Okrugin, V.M., and Javoy, M., 1999, Chemical Geology, v. 135, p. 93-124; Ponomareva V.V., Melekestsev I.V., Dirksen O.V. (2006). Journal of Volcanology and Geothermal Research 158: 117–138; Portnyagin, M., Bindeman, I., Hoernle, K., Hauff, F. (2007) Geophysical Monograph Series 172, с. 199-239; Turner, S., Sims, K.W.W., Reagan, M., and Cook, C., 2007, Geochimica et Cosmochimica Acta, v. 71, p. 4771-4785; Ozawa, K. (1984). Geochimica et Cosmochimica Acta 48, 2597-2611.

НЕОБРАТИМОЕ ТЕКТОНОМАГМАТИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

ПЛАНЕТ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ

Шарков Е.В., Богатиков О.А.

ИГЕМ РАН, Москва, sharkov@igem.ru

В настоящее время основные представления о процессах образования и внутреннего развития планет земной группы, к которым относятся Венера, Марс, Меркурий и, по-видимому, Луна, в основном базируются на различных физических и геохимических расчетах и предположениях. Основным недостатком существующих гипотез является их абстрактный характер и полное игнорирование данных по тектономагматической эволюции этих тел. Вместе с тем, именно эти данные содержат важную информацию о конкретных механизмах как формирования, так и развития тверд планетных тел, необходимую для разработки современной теории их образования и эволюции.

Поскольку наиболее изученной является Земля, то именно на ее примере, с привлечением данных по другим планетным телам, особенно Луне, и будут рассмотрены основные вопросы тектономагматического развития земных планет.

Тектономагматическое развитие Земли

Всегда ли на Земле существовала тектоника плит, а если нет, то как далеко в историю нашей планеты может быть пролонгирован современный тип тектономагматической активности? Одни исследователи, преимущественно на основании геохимических данных, полагают, что характер тектономагматических процессов практически не менялся начиная с эоархея и может быть описан в терминах современной плейт-тектоники. Другие специалисты, принимая во внимание не только геохимические, но также геологические и петрологические данные, настаивают на специфике развития Земли в раннем докембрии.

Проблема первичной земной коры. Сейчас преобладают две точки зрения: 1) традиционная, что эта кора имела базитовый состав, а сиалическая кора появилась позже в результате геосинклинального процесса или, в современных терминах - тектонических процессов на конвергентных границах плит, и 2) первичная кора была сиалической, а тектоника плит появилась только в палеопротерозое; с этого времени начала формироваться и разрастаться кора океанического типа, а древняя континентальная кора - вовлекаться в процессы субдукции. С точки зрения петрологии и физической химии, принципиальных различий между этими точками зрения нет: и та, и другая модель требуют глобального расплавления исходного хондритового вещества, чтобы образовать