

УДК 552+549

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
МАГНЕЗИАЛЬНЫХ БАЗАЛЬТОВ ВУЛКАНА ХАРЧИНСКИЙ

Н.В. Горбач

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006

Подавляющее большинство основных пород Северной группы вулканов представлено высокоглиноземистыми базальтами [7], неравновесными с первичными мантийными расплавами. Продукты магнезиального магматизма, которые многими исследователями рассматриваются как потенциально равновесные с мантийным источником, здесь достаточно редки. Как правило, магнезиальными породами сложены отдельные шлаковые и лавовые конусы ареальных зон или же единичные потоки в разрезах стратовулканов [1]. Вулкан Харчинский, расположенный в северной части Северной группы вулканов, является единственным стратовулканом на Камчатке, эффузивно-пирокластический разрез которого практически полностью представлен магнезиальными породами [2]. В немногочисленных публикациях, посвященных данному вулканическому массиву, особенности вещественного состава слагающих его пород интерпретируются неоднозначно [2,5,8].

Настоящее сообщение основано на материалах, любезно предоставленных С.А.Хубуная, и на результатах полевых работ автора, проведенных летом 2003 г.

Геологическое строение и морфология. В региональном плане вулкан Харчинский приурочен к области сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг, а в структурном - к зоне субширотных дислокаций сдвигового типа, продолжающих Алеутский желоб [9]. По данным палеомагнитных определений, а также на основании взаимоотношений с верхнеплейстоценовыми ледниковыми формами [1] вулкан имеет среднечетвертичный возраст. Центральная часть вулкана интенсивно переработана верхнеплейстоценовыми ледниками. Здесь расположены два цирка и сопряженные с ними троговые долины. На рис.1 приведена схема строения Харчинского вулкана. Это стратовулкан, центральная часть которого осложнена достаточно крупной вершинной кальдерой. Эффузивно-пирокластический

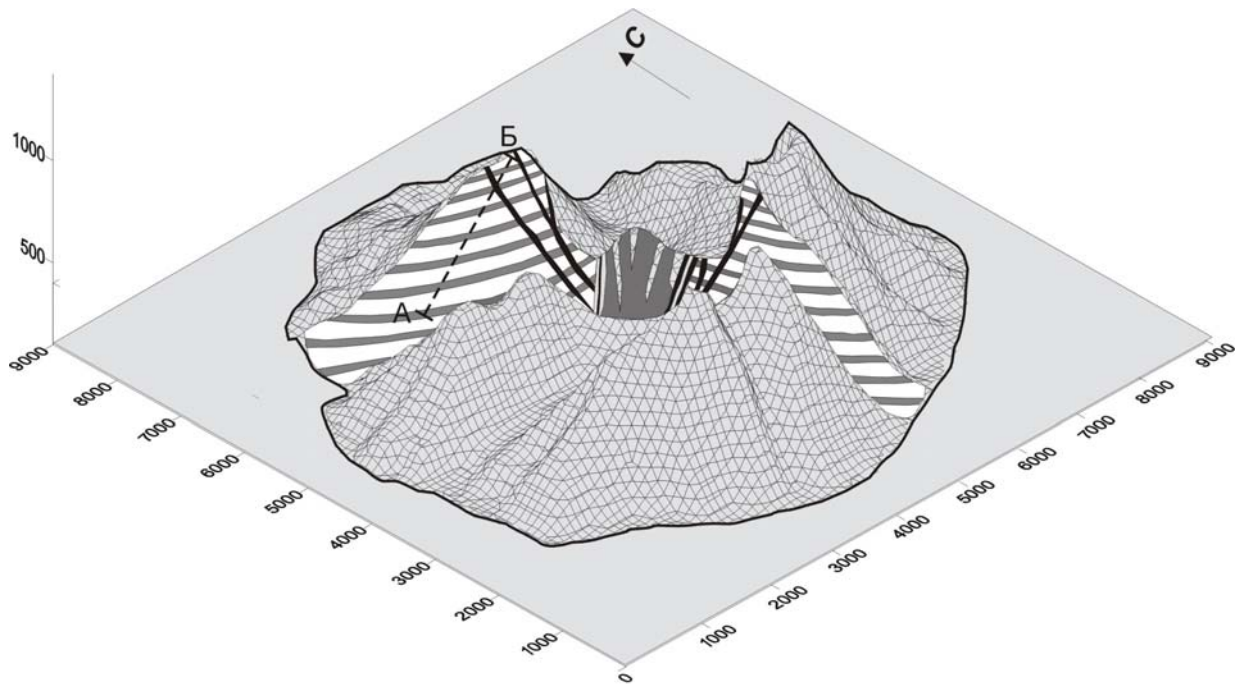


Рис.1. Схема внутреннего строения вулкана Харчинский.
 Масштаб трехмерной модели приведен в м; масштаб схематического разреза произвольный.
 Пунктирная линия АБ соответствует изученному разрезу лавовой моноклинали.

разрез вулкана представлен монотонным переслаиванием маломощных (1-2 м) потоков базальтов с прослоями (2-5 м) псефитовых туфов и агглютинированных шлаков того же состава. Нами было изучено строение южных, юго-восточных и северо-западных склонов вулкана. При этом установлено, что потоки базальтов на противоположных склонах имеют ненарушенное выдержанное падение, направленное от центральной части постройки.

Значительная крутизна склонов вершинных цирков и их превосходная обнаженность позволяют наблюдать многочисленные радиальные дайки, которые секут конус вулкана. Практически все они расположены радиально относительно центра постройки, имеют небольшую мощность (от 0.5 до 3 м) и прослеживаются до 300-400 м вверх по всему лавовому разрезу. Некоторые дайки имеют апофизы небольшой мощности. В районе высоты 1410 м наблюдались переходы отдельных даек в лавовые потоки.

В центральной части вершинной кальдеры вулкана наблюдается серия сближенных субпараллельных даек, формирующих изометричное в плане субвулканическое тело. Вмещающие породы между дайками отсутствуют. В эндоконтактных зонах отдельных даек наблюдается обилие ксенолитов дунит-гарцбургитового ряда. По периферии субвулканического тела наблюдались поля отпрепарированных крутопадающих даек. Здесь же отмечалось и «телескопирование» даек. В центральной части вулкана преобладает субширотное простираание даек, которое определяется, вероятно, дизъюнктивной структурой фундамента.

Петрографическая и петрохимическая характеристики вулканитов. *Эффузивный* разрез детально изучен и опробован в северо-западной части постройки вулкана. Разрез представлен маломощными потоками магнезиальных ($MgO=7-10$ вес.%) оливин-пироксеновых, плагиоклаз-оливин-пироксеновых базальтов, реже – трахибазальтов и высокомагнезиальных пироксен-оливиновых базальтов ($MgO=10-12$ вес. %).

Оливин-пироксеновые базальты пористые, имеют порфировую и серийно-порфировую структуры. Вкрапленники представлены ромбовидными зернами оливина Fo_{85-71} (до 5-8%) и короткопризматическими кристаллами моноклинного пироксена $Wo_{38.6-43.7} En_{44.3-50.5} Fs_{9.3-16.4}$ (~10-12%). Последний всегда явно преобладает как по количеству, так и по размеру. В краевых зонах отдельных фенокристаллов клинопироксена отмечается обилие пойкилитовых вростков оливина. Гиалопилитовые, микролитовые, реже – пилотакситовые основные массы сложены тонкими лейстами плагиоклаза, клинопироксеном и переменным количеством стекла и титаномагнетита.

Плагиоклаз-оливин-пироксеновые базальты преобладают в верхней части изученного разреза. В порфировых выделениях этих пород кроме темноцветных минералов присутствуют субфенокристаллы лабрадор-битовнита размером 0.5-1 мм. В сравнении с вышеописанными разностями основные массы этих пород более раскристаллизованы, имеют микролитовую и интерсертальную структуру.

Трахибазальты выделяются только по результатам химических анализов. По петрографическим особенностям они близки плагиоклаз-оливин-клинопироксеновым разностям. Структуры основных масс пород – микролитовые и пилотакситовые. Вкрапленники составляют от 15% до 20% объема породы и представлены клинопироксеном $Wo_{37.8-44.7} En_{40-46.8} Fs_{7.9-18.8}$ (до 10%), оливином $Fo_{86.1-60.7}$ (до 5%) и субфенокристаллами плагиоклаза (андезин-лабрадор). В основной массе присутствует раскристаллизованное стекло и микролиты плагиоклаза, находящиеся в равных соотношениях. Встречаются редкие зёрна клинопироксена, оливина, рудного минерала и, возможно, ксеноморфные обособления калишпата.

Высокомагнезиальные ($MgO=10-12\%$ вес) пироксен-оливиновые разности отмечены среди базальтов зоны шлаковых конусов и в юго-восточной части массива в районе высоты 1410 м. Породы серийно-порфировые, количество темноцветных вкрапленников составляет 40-50%. Характерной чертой этих пород является присутствие гломеропорфировых моноили полиминеральных сростков оливинов ($Fo_{88.9-73}$) и клинопироксенов, размер которых достигает 6-8 мм. Вторая генерация вкрапленников представлена также сравнительно крупными (1-3 мм) выделениями оливина и клинопироксена. Основная масса гиалопилитовая, состоит из агрегатов мелкозернистого пироксена и оливина, магнетита и рассеянных лейст плагиоклаза, погруженных в матрикс девитрифицированного стекла.

Субвулканическая фация представлена довольно широким набором пород, дифференцированным по щелочности от пород с нормальным содержанием щелочей до субщелочных. Крутопадающие радиальные дайки сложены долерито-базальтами и андезибазальтами, реже - андезитами. Петрографические особенности и химический состав пород радиальных даек отличается от описанных выше эффузивов. Основные массы этих пород хорошо раскристаллизованы, имеют долеритовые и интерсертальные структуры. Количество темноцветных вкрапленников не превышает 5-7%. Во вкрапленниках андезитов встречается ортопироксен.

Дайки центральной части массива представлены преимущественно полнокристаллическими породами основного состава нормального и субщелочного ряда – умереннощелочными долеритами, габбро-долеритами, долерито-базальтами. Породы массивные, зачастую неравномерно раскристаллизованные, имеют долеритовые, интерсертальные, иногда офитовые основные массы. Сложены идиоморфными таблитчатыми кристаллами плагиоклаза (лабрадор-битовнит), субидиоморфными зернами клинопироксена ($Wo_{41.5-46.4} En_{40.1-50.1} Fs_{7.5-14.8}$) и оливина ($Fo_{86.6-75}$), рудными минералами (титаномагнетит, ильменит) и кварц-полевошпатовым агрегатом.

По восточной периферии центрального тела наблюдалась серия даек, имеющих весьма разнообразный состав. Дайки мощностью не более 2 м сложены как оливинклинопироксеновыми базальтами, так и светло-серыми порфирированными породами, вкрапленники которых (~30-40%) почти полностью представлены бурой роговой обманкой. Во вкрапленниках в незначительных количествах присутствует клинопироксен. В шлифе порода имеет лампрофировую структуру, основная масса сложена микролитами плагиоклаза (андезин) и амфибола. Химический состав породы соответствует субщелочному базальту, однако особенности минерального состава позволяют определить ее как спессартит.

Породообразующие минералы пород эффузивно-пирокластической и субвулканической фаций характеризуются закономерными вариациями состава. Фенокристаллы и микролиты клинопироксенов как в эффузивах, так и в породах даек образуют ряд диопсид-эндиопсид-авгит. Вкрапленники оливинов характеризуются единым интервалом магнезиальности. Микролиты и субфенокристаллы плагиоклаза соответствуют битовнит-лабрадору в основных породах и андезину в более кислых. Показательно, что составы шпинелидов, включенных как в оливины, так и в амфиболы из дайки спессартитов, имеют идентичный состав.

Для петрохимической характеристики пород Харчинского вулкана использовано ~ 40 химических анализов¹. Характерной чертой изученных вулканитов является однородность

¹ В том числе химические анализы, любезно предоставленные А.В. Колосковым.

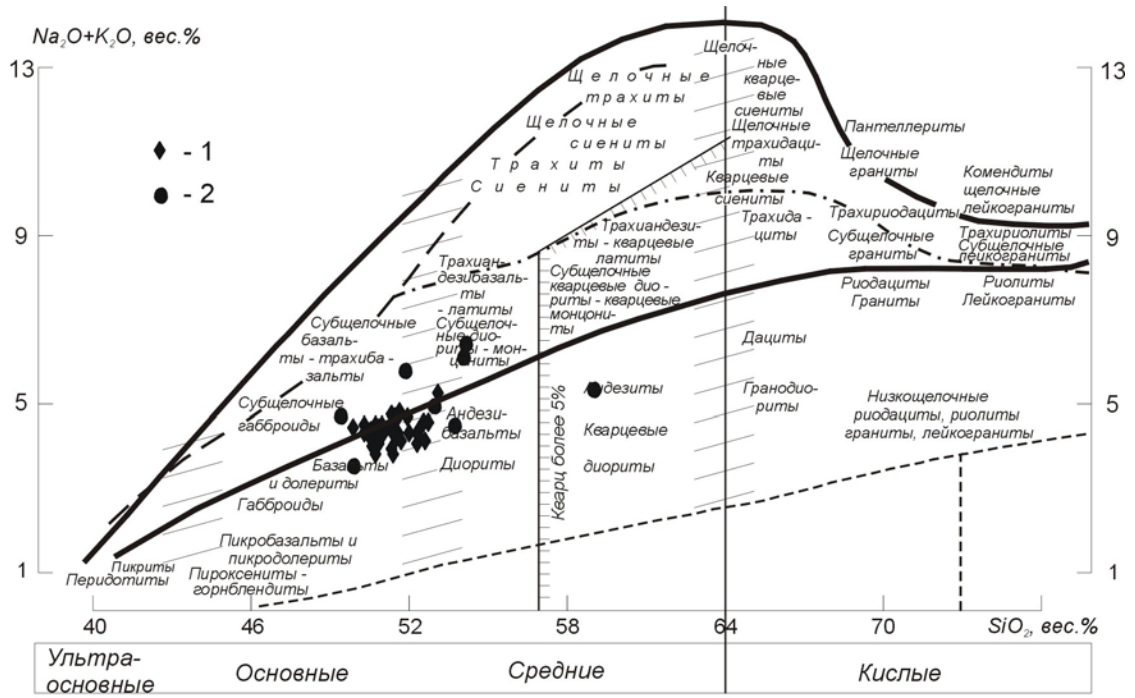
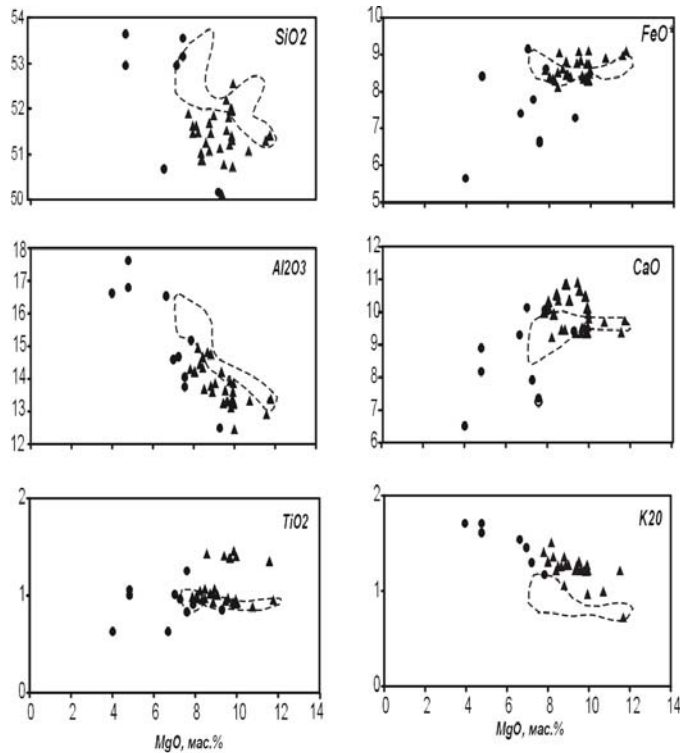


Рис.2. Систематика пород Харчинского вулкана в координатах $Na_2O+K_2O - SiO_2$ (1-эффузивы; 2-дайки)

состава: они обнаруживают минимальные отклонения от среднего содержания по всем петрогенным элементам, за исключением MgO и K_2O . Отличительной особенностью лав вулкана



▲ - эффузивная; ● - субвулканическая фация влк. Харчинского
○ - поля составов магнезиальных базальтов влк. Ключевского

Рис.3. Вариационные диаграммы для магнезиальных базальтов Харчинского и Ключевского вулканов.

на является низкое содержание глинозема (среднее значение – 14.2 мас.% и минимальное – 12.5 мас.%) и довольно высокое – окиси магния (в среднем – 9 вес.%, максимальное значение – 11.5 вес.%). Среднее содержание K_2O в эффузивах составляет 1.3% и достигает 3.5% в породах субвулканической фации. На TAS-диаграмме (рис.2) точки составов лав Харчинского вулкана группируются вдоль линии, разделяющей породы нормального и субщелочного ряда. Вверх по разрезу наблюдается незначительное увеличение концентрации щелочей. Особенно ярко тенденция к накоплению щелочей проявлена в породах субвулканиче-

ской фации. По соотношению SiO_2 - $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ породы центральной части массива располагаются в поле субщелочных габброидов, диоритов и монцонитов. Породы радиальных даек попадают в поля базальтов – андезибазальтов нормального ряда.

На рис.3 приведены вариации содержаний петрогенных элементов эффузивов в зависимости от магнезиальности пород². При понижении концентрации MgO в лавах происходит монотонное увеличение содержаний SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O . Содержание CaO и FeO^* в лавах остается примерно постоянным, резко понижаясь в породах даек. Тренды составов пород Харчинского вулкана обусловлены фракционированием темноцветных минералов в поднимающейся магме.

При сравнении вариаций содержаний петрогенных элементов в лавах Харчинского вулкана и идентичных по магнезиальности базальтов Ключевского вулкана, выявляются достаточно резкие отличия. При одном интервале содержаний MgO последние характеризуются большим содержанием SiO_2 , Al_2O_3 и имеют более низкие концентрации CaO и, особенно, K_2O . На классификационной диаграмме SiO_2 - K_2O (рис.4) большая часть эффузивов Харчинского вулкана относится к высоко-калиевой серии, в отличие от умеренно-калиевых базальтов Ключевского вулкана.

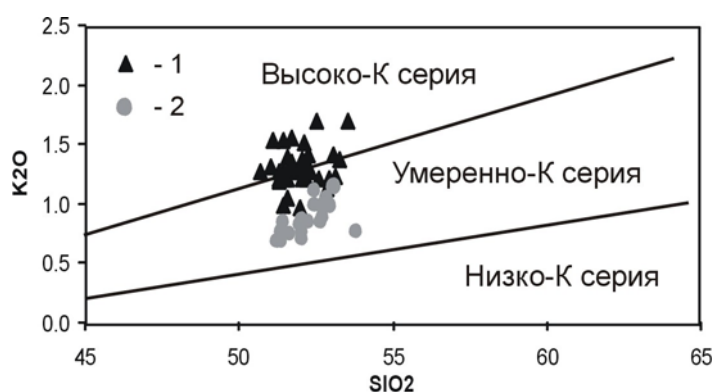


Рис.4. Классификационная диаграмма K_2O - SiO_2 для магнeзиальных базальтов Харчинского (1) и Ключевского (2) вулканов (разделительные линии по Gill, 1981).

Краткие выводы. Сходные петрохимические характеристики, минералогические и геологические особенности позволяют относить эффузивно - пирокластическую и субвулканическую фации Харчинского вулкана к единой серии пород, сформировавшихся при дифференциации единого магматического источника.

Субщелочная специфика вулканитов подтверждается результатами микроскопического и микронзондового исследований. При отсутствии щелочных темноцветных минералов повышенная щелочность обусловлена присутствием калиевого полевого шпата, который ино-

² Данные по химизму магнезиальных базальтов Ключевского вулкана приведены согласно работе [10].

гда диагностируется в шлифах. Кислый щелочной состав имеют также и интерстициальные стекла изученных образцов.

Дифференциация пород Харчинского вулкана происходила под контролем флюидной составляющей. Об этом свидетельствуют как повышение K_2O в петрохимических трендах, так и появление пород лампрофирового ряда с обилием гидроксилсодержащих вкрапленников на завершающей стадии деятельности вулкана.

Отличия химизма идентичных по магнезиальности базальтов Ключевского и Харчинского вулканов позволяют предполагать разные условия дифференциации исходных расплавов или же различный состав магмогенерирующих источников.

Предварительное сопоставление составов оливинов эффузивов и ксенолитов ультраосновных пород из даек центральной части вулкана показало их существенные отличия. Оливины из ксенолитов характеризуются более высокой магнезиальностью и низкими содержаниями CaO (0.01-0.03 мас.%). Содержания этого компонента во вкрапленниках эффузивных пород на порядок выше и составляет 0.3-0.5 мас.%. Обычно низкие содержания кальция в оливине принимаются как доказательство их «мантийной» природы, повышенные же концентрации CaO рассматриваются как факт «корового» происхождения минерала. Однако, ряд исследователей связывает высокое содержание кальция в оливинах с высокотемпературным и обязательно щелочным расплавом, из которого кристаллизовались эти минералы [6].

Список литературы

1. Волынец О.Н., Мелекесцев И.В., Пономарева В.В., Ягодзински Дж.М. Харчинский и Заречный вулканы – уникальные центры позднеплейстоценовых магнезиальных базальтов на Камчатке: структурная приуроченность, морфология, возраст и геологическое строение вулканов // Вулканология и сейсмология. 1998. № 4-5. С.5-18.
2. Волынец О.Н., Мелекесцев И.В., Пономарева В.В., Ягодзински Дж.М. Харчинский и Заречный вулканы – уникальные центры позднеплейстоценовых магнезиальных базальтов на Камчатке: вещественный состав вулканических пород // Вулканология и сейсмология. 1999. № 1. С.31-45.
3. Волынец О.Н., Пономарева В.В., Бабанский А.Д. Магнезиальные базальты андезитового вулкана Шивелуч // Петрология. 1997. Т.5. № 2. С.206-221.
4. Колосков А.В. Ультраосновные включения и вулканыты как саморегулирующаяся геологическая система. М.: Научный мир. 1999. 220 с.
5. Кутыев Ф.Ш., Эрлих Э.Н. К петрологии базальтов Харчинской группы вулканов // Бюл. вулканол. станций. 1973. № 49. С.83-92.
6. Магматические горные породы. Т.3. М.: Наука. 1985. 485 с.

7. Мелекесцев И.В., Хренов А.П., Кожемяка Н.Н. Тектоническое положение и общий очерк вулканов Северной группы и Срединного хребта // Действующие вулканы Камчатки. М.: Наука. 1991. Т.1. С.74-84.
8. Меняйлов А.А. Вулканы Харчинских гор // Тр. лаб. вулканологии. 1949. Вып.6. С.53-61.
9. Селиверстов Н.И. Строение дна прикамчатских акваторий и геодинамика зоны сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. М.: Научный мир. 1998. 164 с.
10. Хубуная С.А., Богоявленский С.О., Новгородцева Т.Ю., Округина А.И. Минералогические особенности магнезиальных базальтов как отражение фракционирования в магматической камере Ключевского вулкана // Вулканология и сейсмология. 1993. № 3. С.46-68.