

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ВУЛКАНА КАМЕНЬ

Т.Г. Чурикова¹, Б.Н. Гордейчик², Б.В. Иванов¹, А.П. Максимов¹

¹Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, tchurikova@mail.ru

²Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка, gordei@mail.ru

В работе рассматривается геологическое строение и петрография пород вулкана Камень, расположенного в Ключевской группе вулканов. Особое внимание уделено строению восточной обвальной стенки вулкана и отложениям Амбонской толщи.

История развития вулкана включала несколько последовательных периодов, которые чередуясь, плавно сменяли друг друга: формирование постройки стратовулкана, развитие дайкового комплекса, прекращение вулканической активности. Однако геологические процессы на вулкане продолжались: в результате многочисленных обвалов началось разрушение постройки, возникли Прабезымянный вулкан на южном склоне и Ключевской на северном, образовались многочисленные шлаковые и шлако-лавовые конуса на вновь сформировавшемся рельефе, и, наконец, произошел обвал восточного склона с образованием отложений Амбонской толщи.

Постройка стратовулкана Камень формировалась в два периода, различных по степени explosивности вещества и форме извергаемых продуктов. Первый период характеризуется explosивным режимом извержения с накоплением мощного насыпного конуса, состоящего большей частью из туфов и туфобрекчий. Второй, заключительный период формирования стратовулкана связан с эффузивной деятельностью и представлен лавами преимущественно малых мощностей, но протяженных по расстоянию, которые, как плащом, покрывают ранее сформированный насыпной конус. Вероятно, с этим же периодом связано и формирование многочисленных даек, которые являлись подводящими каналами лавовых излияний. Похожим образом формировались постройки стратовулканов Ключевской [Хренов, 2003] и Шивелуч [Мелекесцев и др., 1991].

Основная часть склонов вулкана с позднего плейстоцена по настоящее время испытала многократные обвалы, сохранился только северный сектор постройки, полностью покрытый ледником. На вулкане представлены обвалы различных масштабов – это и уже упомянутый крупнейший голоценовый обвал восточного склона объемом до 6 км^3 , и позднеплейстоценовые обвалы типа «toreva block» – крупные части постройки, целиком съехавшие со склонов вулкана на значительные расстояния, и многочисленные разрушения меньшего масштаба [Ропотаева et al., 2006]. Обвал восточного склона вулкана Камень, произошедший 1200 л.н. [Мелекесцев, 1980; Мелекесцев, Брайцева, 1984], разрезал постройку почти пополам, вскрыл ее внутреннюю часть и



Рис. 1. Пирокластические отложения на южном борту обвальной стенки вулкана Камень.

создал уникальную возможность наблюдать внутреннее строение стратовулкана на практически вертикальной стенке высотой 2,5 км.

Во время полевого сезона 2009 года нам удалось близко подойти к восточной обвальной стенке вулкана и детально ознакомиться с ее строением. Оказалось, что около 80% стенки сложено хорошо стратифицированными пирокластическими отложениями, которые повсюду прорываются многочисленными дайками, а редкие лавовые потоки расположены, в основном, в верхней части постройки, т.е. приурочены к заключительной стадии роста стратовулкана. Отложения пирокластики, как правило, имеют большие мощности в десятки и сотни метров и представлены в разной степени цементированными вулканическими брекчиями, шлаками, агломератовыми туфами, лапилли и вулканическими бомбами размерами до 2 и более метров.

Представительные разрезы таких отложений (рис. 1) можно встретить в коренном залегании во многих частях постройки: на восточном, южном и северном склонах вулкана, а также на некоторых «toreva blocks»: на Северной Гриве и на двух менее крупных безымянных хребтах по обе стороны ледника Шмидта. Большие мощности существенно пирокластических толщ свидетельствуют о том, что значительное время жизни вулкан Камень работал в эксплозивном режиме.

Цвет пирокластических отложений систематически меняется от флангов взрезанной постройки к ее центру: наиболее свежие отложения темно-серого и черного цветов обнажаются на флангах (рис. 2). По мере приближения к центральной части вулкана эти отложения меняют цвет последовательно на охристо-желтый, затем на серовато-зеленый и в центральной части постройки – на красный. Изменение цвета пирокластики от флангов к центру вулкана, вероятно, связано с увеличенными тепловыми и/или гидротермальными потоками, существовавшими когда-то в центральной части, что привело к закономерным вторичным изменениям пород.

Именно такими контрастно-пестрыми отложениями пирокластики представлены и отложения обвала, произошедшего 1200 л.н. Породы Амбонской толщи представлены вулканическими брекчиями и туфобрекчиями с песчано-глинистым заполнителем. Цвет их составляет такой же спектр, что и цвет пирокластических толщ на обвальной стенке вулкана. Блоки пород Амбонской толщи могут быть представлены как чисто пирокластическим материалом, так и сложными блоками, состоящими из



Рис. 2. Пирокластические отложения на обвальной восточной стенке вулкана Камень. Оригинальная фотография в цвете находится по адресу http://www.tachurikova.narod.ru/Churikova_2010e.pdf.

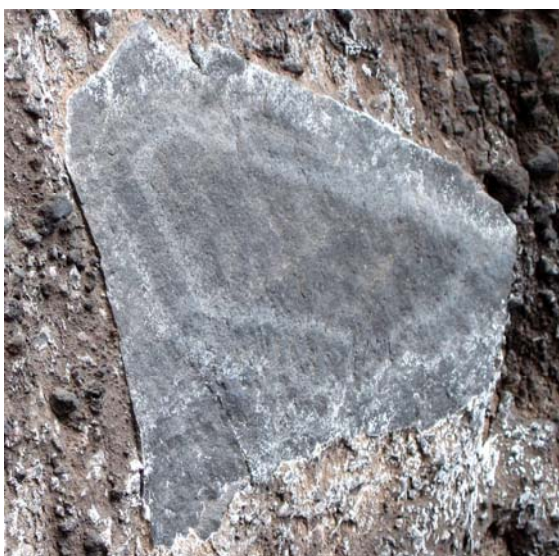
пирокластики и кусков лавовых потоков или даек. Именно такие блоки наиболее устойчивы к выветриванию и разрушению. Так, например, камень Амбон, с видимой мощностью 18 метров, включает в себя крупные блоки лавы, благодаря чему устойчив к разрушениям. Два небольших «toreva blocks» в районе ледника Шмидта, которые находились вблизи оси обвала, сохранились благодаря тому, что они бронируются протяженными (2,5 км) дайками оливин-пироксеновых андезибазальтов и лавовыми потоками, бронирующими верхние части блоков. В то же время на оси обвала можно наблюдать остатки полностью разрушенных пирокластических глыб в виде насыпных куч из песка с обломками камней.

Нами была отобрана серия образцов лав из представительных бомб пирокластики коренного залегания, а также и из лавовых фрагментов Амбонской толщи. Петрографически блоки пород из пирокластических отложений и из отложений Амбонской толщи идентичны и представлены в основном тремя разновидностями пород: ОI-Срх, ОI-2Рх и Срх-РI лавы. ОI-Срх лавы являются наиболее распространенными на вулкане Камень в целом и присутствуют на всех этапах его активности. Из других типов пород можно также отметить 2Рх-РI, существенно РI, субафировые и Nb-содержащие разновидности пород. Но такие породы имеют резко подчиненное значение, а Nb-содержащие лавы в коренном залегании нами были обнаружены только в восточной стенке вулкана и в отдельной серии даек на западном склоне, но не наблюдались в лавовых фрагментах пирокластических отложений.

Породы имеют порфировые и серийно-порфировые структуры. Количество темноцветных минералов составляет 5-25%. Соотношения ОI, Орх и Срх значительно меняются в этих породах, но, как правило, преобладает Срх. Зерна оливина и клинопироксена обычно имеют хорошую огранку, часто



а



б



в

Рис.3. Обвальные отложения Амбонской толщи: а – общий вид туфобрекчии с пестрым набором измененных пород разного цвета; б – кольца Лизиганга в отдельном образце; в – расслоение породы по кольцевым структурам в результате глубоких внутренних изменений. Оригинальные фотографии в цвете находится по адресу http://www.tachurikova.narod.ru/Churikova_2010e.pdf

зональны, при этом кристаллы пироксенов обычно крупнее, чем кристаллы оливина и часто формируют гломеропорфировые сростки размером до 10-15 мм. Нередко наблюдаются каймы вокруг зерен оливина, выполненные мелкозернистым агрегатом. Часто среди минералов-вкрапленников присутствует плагиоклаз, зерна которого нередко резорбированы по зонам роста или по всей внутренней части кристалла, формируя футляровидную структуру. Во многих оливинах встречаются расплавные включения, которые, как правило, сильно раскристаллизованы. Тем не менее, флюидных включений обнаружено не было. Основная масса значительно различается в разных лавах не только по цвету – от светлой до почти черной, но и по структуре: в некоторых породах основная масса сильно раскристаллизована, в других – содержит большое количество чистого бурого стекла.

Обращает на себя внимание тот факт, что все в той или иной степени окрашенные отложения Амбонской толщи и пирокластических отложений в разной степени изменены. Судя по характеру этих изменений, породы претерпели сильные температурные и/или гидротермальные изменения. Эти изменения усиливаются от флангов вулкана к центру. В центральных частях вулканической постройки разные обломки брекчий в едином образце могут быть совершенно разного цвета, представляя собой контрастно-пеструю породу (рис. 3а). При этом изменения очевидны не только на мелких обломках, но также и на крупных блоках лав толщи (рис. 3б). Отдельные обломки характеризуются наличием колец Лизиганга, что свидетельствует скорее о гидротермальной, нежели температурной проработке пород. Зачастую по этим кольцам порода разрушается и принимает в конце концов вид яйца с ясно определяемыми оболочками (рис. 3б, 3в). Ввиду того, что фрагменты лав Амбонской толщи, а также фрагменты лав из пестроцветной пирокластике в центральных частях вулкана, изменены в значительной степени, они не могут быть использованы для петролого-геохимических и изотопных исследований.

По мере отдаления от центральных частей вулкана, лавовые фрагменты становятся менее измененными. Но хотя макроскопически образцы во многих случаях выглядят свежими, исследование под микроскопом может показать, что породы сильно окислены, и далеко не всегда наблюдаются неизменные ядра кристаллов-вкрапленников. Окисление в этих образцах затрагивает не только основную массу, но и каймы темноцветных породообразующих минералов. Только образцы, взятые из пирокластической толщи на крайних флангах вулкана и на «*toreva blocks*», являются довольно свежими, не обнаруживают следов вторичных изменений и могут использоваться для дальнейшего геохимического изучения.

В заключение отметим, что: (1) начальный период развития постройки вулкана Камень был связан с активной эксплозивной деятельностью, на более поздних стадиях развития вулкан имел существенно эффузивный характер извержений; (2) внутренние части вулканической постройки характеризуются сильными вторичными изменениями, которые усиливаются к центру и уменьшаются к флангам, что, вероятно, связано с активными температурными и/или гидротермальными потоками через центральный конduit вулкана; (3) Амбонская толща представляет собой разрушенный материал внутренних, вторично измененных частей постройки; (4) свежий неизменный материал начального этапа развития вулкана Камень доступен только на его крайних флангах.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 08-05-00600.

Список литературы

Мелекесцев И.В., Брайцева О.А. Гигантские обвалы на вулканах // Вулканология и сейсмология. 1984. № 4. С. 14-23.

Мелекесцев И.В., Волюнец О.Н., Ермаков В.А., Кирсанова Т.П., Масуренков Ю.П. Вулкан Шивелуч // Действующие вулканы Камчатки. М., Наука, 1991, т. 1. С. 84-92.

Хренов А.П. Современный базальтовый вулканизм Камчатки: Результаты аэрокосмических и петрологических исследований // Дисс. ... д.г.-м.н., Москва, ИГЕМ РАН, 2003, 222 с.

Ponomareva V.V., Melekestsev I.V., Dirksen O.V. Sector collapses and large landslides on Late Pleistocene–Holocene volcanoes in Kamchatka, Russia // Journal of Volcanology and Geothermal Research, 2006, vol. 158. P. 117–138.