

УДК 528.71:551.21

МОРФОЛОГИЯ КРАТЕРА ВУЛКАНА БЕЗЫМЯННЫЙ ПО ДАННЫМ
АЭРОФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ 2006 г.

И.Ю. Свирид, А.В. Шевченко, В.Н. Двигало

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский,
683006; e-mail dvig@kscnet.ru*

Дистанционные наблюдения за состоянием вулкана Безымянный, проводимые Институтом вулканологии и сейсмологии своими силами и средствами (с применением методов аэрофотограмметрии) имели довольно длительный перерыв, продолжавшийся с 1 октября 1994 г. по 31 июля 2006 г. В этот день, по независящим от нас причинам, удалось выполнить аэрофотосъемку только кратерной части вулкана (рис. 1 и 2), характер изменений морфологии которой был выявлен в результате фотограмметрической обработки полученных стереопар.

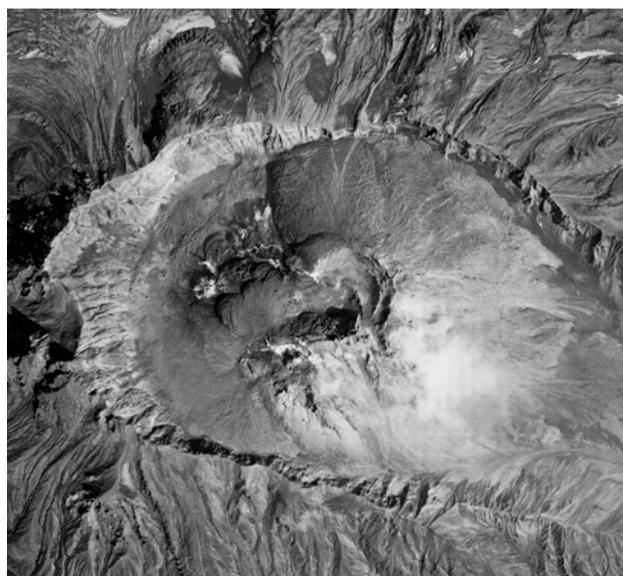


Рис. 1. Плановый аэрофотоснимок кратера влк. Безымянный 31.07.2006.



Рис. 2. Плановый аэрофотоснимок кратера влк. Безымянный 01.10.1994.

Фотограмметрическая обработка снимков была разделена на два этапа. Вначале было произведено координирование поверхностей кратера на обе даты и сформированы цифровые модели рельефа (ЦМР).

На втором этапе фотограмметрической обработки снимков производилось детальное стереоскопическое обследование поверхностей кратера и выполнение необходимых измерений.

ЦМР кратера, средняя «разрешающая способность» (т.е. шаг сетки) которых составил 20 м, позволили получить ряд топографических материалов и количественных данных, характеризующих характер рельефа купола на каждую дату съемки.

На рис. 3, 4 и 5 представлены топографические карты рельефа кратера в горизонталях, составленные на обе даты в масштабе 1:10000 с сечением рельефа через 100 метров, и топографические профили построенные в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

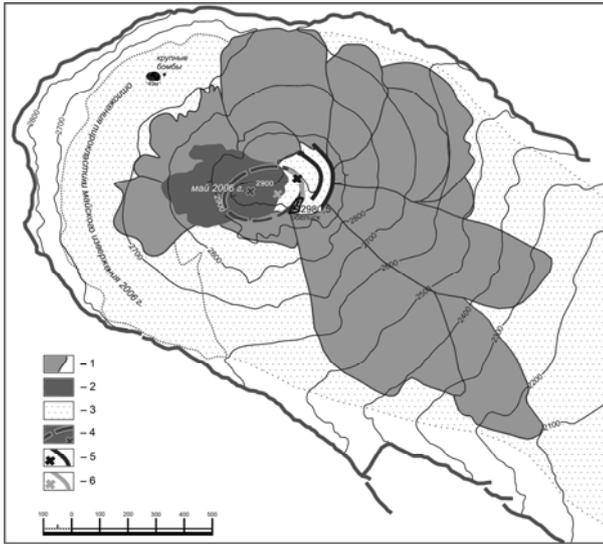


Рис. 3. Топографическая карта кратера влк. Безымянный, построенная по аэрофотоснимкам 31.07.2006:

- 1 – лавовые потоки, покрывающие поверхность купола «Новый» к 09.05.2006.
- 2 – лавовый поток майского извержения 2006 г.
- 3 – отложения пирокластических потоков.
- 4 – контур эксплозивно-провального кратера и центр области просадок в кратере.
- 5 – фрагменты эксплозивных воронок и центр эксплозий извержения 2004 г.
- 6 – фрагменты эксплозивной воронки и центр эксплозии извержения 09.05.2006.

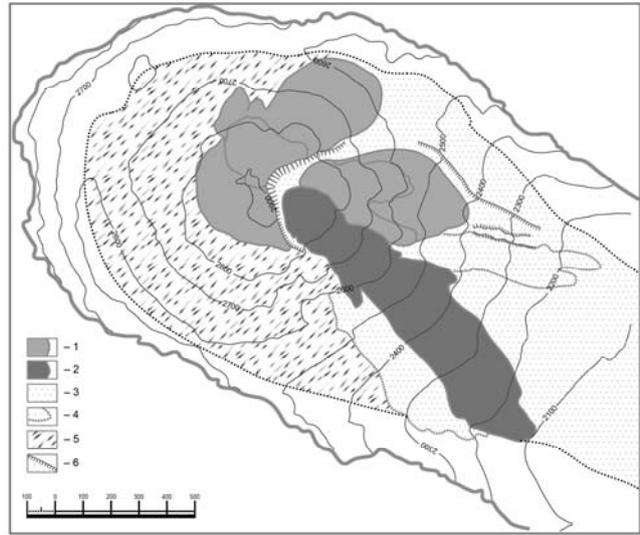


Рис. 4. Топографическая карта кратера влк. Безымянный, построенная по аэрофотоснимкам 01.10.1994: 1 – лавовые потоки, покрывающие поверхность купола «Новый» к 1994 г.

- 2 – лавовый поток извержения 1994 г.
- 3 – отложения пирокластики.
- 4 – контур отложений пирокластических потоков.
- 5 – тело экструзивного купола «Новый», свободное от лавовых и пирокластических потоков.
- 6 – обрывы.

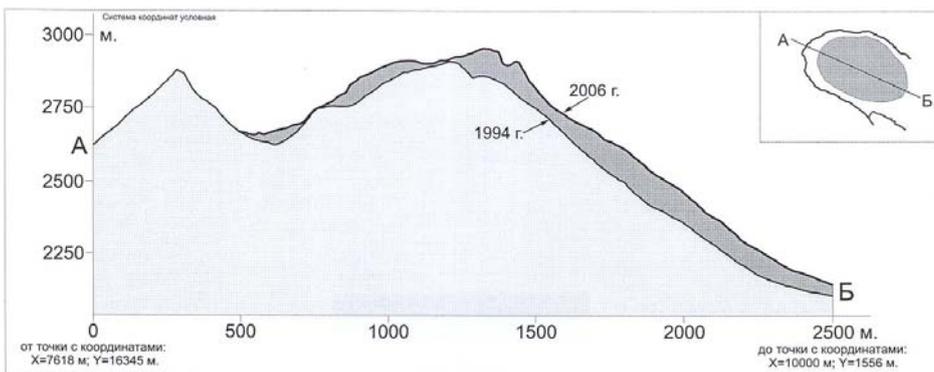
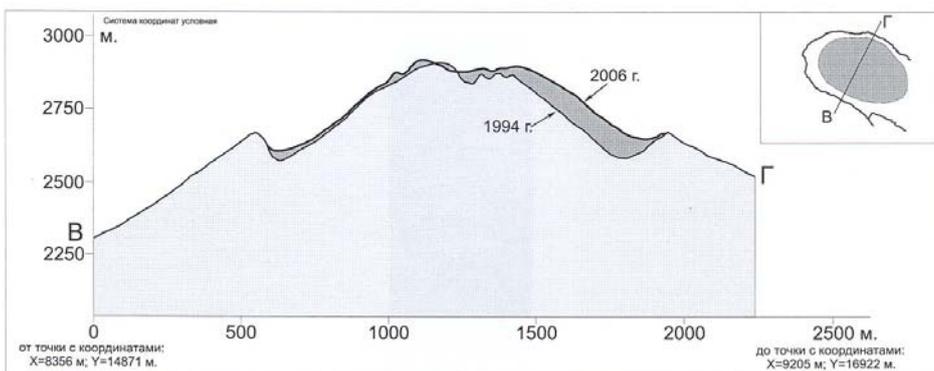


Рис. 5. Топографические профили кратера влк. Безымянный, построенные по ЦМР 1994 г. и 2006 г.



При сопоставлении ЦМР на две даты получена цифра прироста объема купола, составившая 79.5 млн. м³ почти за двенадцать лет, т.е. среднегодовой прирост объема купола вулкана в этот период составил 6.8 млн.м³/год. Для сравнения с прежней активностью вулкана можно привести цифры среднегодового прироста объема купола в период 1983-1994 гг. не выходящие за интервал 2.2-3.0 млн. м³. Опираясь на эти данные вполне уверенно можно сделать вывод о существенном (в среднем в 2.6 раза) росте активности вулкана в рассматриваемый период.

Детальное стереофотограмметрическое обследование кратера вулкана на две последние даты съемки позволило установить следующие различия в рельефе.

На снимках 1994 г. в северной, западной и юго-западной частях купола еще очень хорошо видны мощные экструзивные образования, формировавшие купол «Новый» до 1976 года. Но вершина, северо-восточные, восточные и юго-восточные склоны экструзивного купола уже основательно перекрыты потоками лавы (первый из которых появился в 1977 г.) и пирокластики. Активная зона купола, представляющая собой эксплозивный кратер, открыта на юго-восток. Именно восток-юго-восточный сектор постройки вулкана был наиболее опасен в течение всего периода формирования купола в прошлом столетии, поскольку именно в этот сектор происходил выброс изверженного во время эксплозий материала и сход пирокластических лавин. Довольно высокие борта кратера в тот период (60 м на юге, 105 м – на севере и 185 м – в западной части кратера) очень хорошо защищали соответствующие склоны вулкана. Пребывание человека у подножия этих склонов, даже во время извержений, считалось вполне безопасным.

К 2006 году морфология купола существенно изменилась. Экструзивные образования, составлявшие основу купола до 1977 г., полностью исчезли, перекрытые местами почти стометровой толщиной лавовых потоков и пирокластики. Лавовые потоки (протяженность некоторых достигала 600 м и ширина 400 м) забронировали почти всю поверхность купола. Свободными от лавы остались только очень узкий (не более 300 м по ширине на уровне основания купола) сектор южного склона купола и отдельные участки северо-западного подножия. Но и эти участки оказались под мощным (от 10 до 50 м) слоем пирокластики. За счет заполнения атрио высота бортов кратера уменьшилась до 35 м в южной части, до 30 м в северной части и до 133 м в западной части.

На вершине купола сложный кратер. Его восточная часть представлена фрагментами двух концентрически расположенных, вероятно, эксплозивных воронок, имевших диаметры 250 и 170 м. Эти эксплозивные кратеры образовались не позже 2004 г., т.к. прекрасно распознаются на любительских снимках 2004 года.

Центральную и западную части вершинного кратера занимает структура эксплозивно-просадочного происхождения, образовавшаяся во время извержения 9 мая 2006 г. Размеры

эксплозивно-провального кратера 2006 г., имеющего в плане овальную форму составили 360x245 м. Низшая точка дна провала имеет отметку 2870 м и расположена в западной части эксплозивно-провального кратера. Высота стенок кратера наибольшая в его северной части – 68 м, наименьшая – в западной части – 33 м.

Просадкой была охвачена площадь в 72 тыс.м². Глубина наибольшей просадки неизвестна, но должна быть больше максимальной глубины провала, т.е. > 68 м. Объем провального кратера составил около 3 млн. м³. Необходимо отметить, что ранее просадочные явления на вершине купола «Новый» не отмечались. Центры всех выявленных в кратере эксплозивных и провальных структур, центры излияния лавовых потоков разных извержений не совпадают, но мигрируют в пределах зоны вершины купола, ограниченной радиусом 150 м.

Излившийся во время майского извержения лавовый поток покрывает участок, площадью 92000 м², как на внешних - западных склонах купола, так и внутри провального кратера. При этом поток не имеет существенных нарушений поверхности. Можно предположить, что существовавшая в конце извержения над активным жерлом структура, из которой излился поток лавы, просела довольно быстро, пока излившийся лавовый поток еще не потерял пластичность. Объем излившейся в 2006 г. на поверхность лавы примерно равен 850000 м³.

Таким образом, нижний борт вершинного кратера, возникшего в результате извержений 2004-2006 гг. расположен в его западной части. Наиболее высокими являлись северные, восточные и южные стенки кратера. Такие перемены в морфологии купола вулкана Безымянный, по-видимому, повлияли на направление выноса извергаемого вещества, изменившееся (во время извержений 2004 – мая 2006 гг.) с восточного на западное. В эти годы, пожалуй, впервые с 1956 г., пирокластические потоки сходили во время извержений по западным и южным склонам постройки Безымянного. Опасность нахождения вблизи вулкана во время извержений существенно возросла.

Из других деталей морфологии купола на снимках 2006 г. привлекает внимание останец (или обелиск) находящийся в юго-западной части эксплозивно-провального кратера. Размеры основания останца 60x23 м, наибольшая высота северо-западной его грани над поверхностью кратера – 70 м. Вершина этого останца является высшей точкой купола на 31 июля 2006 г. Высотная отметка этой точки равна 2980.5 м. 1 октября 1994 г. высшая точка купола имела отметку 2917.8 м. Прирост купола по высоте за 12 лет составил 62.7 м.

Необходимо упомянуть, что с 1977 г. экструзивные процессы на куполе, существенно влияющие на увеличение его размеров – прекратились. Рост купола происходит за счет отложений продуктов эксплозивно-эффузивных извержений. Выжимание отдельных небольших блоков (размеры которых на поверхности всегда были не более размеров только что представленного обелиска) наблюдается с тех пор только в пределах активного жерла Безы-

мянного и, как правило, в начале каждой активизации вулкана. Этот процесс, впервые обнаруженный в 1979 г., был проинтерпретирован в работе [1] как морфологический предвестник активизации вулкана Безымянный.

Необычной, на наш взгляд, для Безымянного является бомба, обнаруженная по аэрофотоснимкам в атрио вулкана, в 530 м на северо-запад от активного в мае 2006 г. жерла. Бомба (рис. 6) с поверхностью в виде растрескавшейся хлебной корки имеет размеры 49x36 м в плане и высоту 16 м над поверхностью отложений пирокластического потока, в которые она впечаталась.

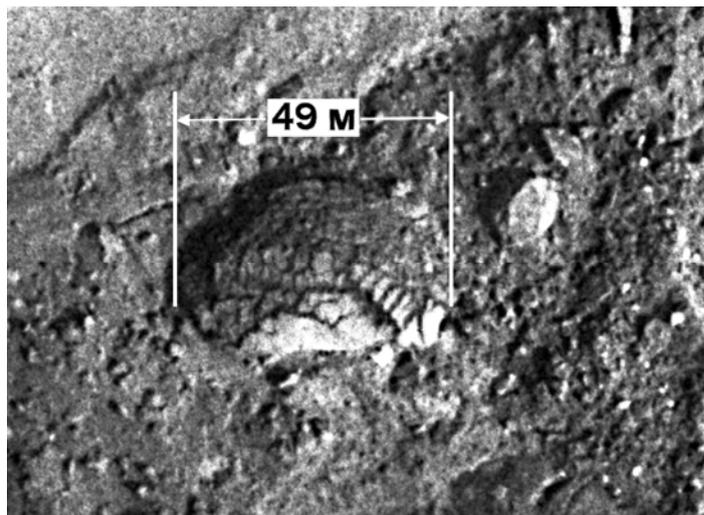


Рис. 6. Крупная бомба майского извержения 2006 г. с поверхностью типа хлебной корки, обнаруженная при дешифрировании аэрофотоснимков 31.07.2006 г.

Выводы:

1. За 12 лет, прошедших со времени последних аэрофотограмметрических наблюдений за ростом купола вулкана Безымянный его высота увеличилась на 62.7 м. Объем вырос на 79.5 млн.м³. Среднегодовой прирост объема купола в этот период составил 6.8 млн.м³. Эта цифра в среднем в 2.6 раза выше прироста купола в период предыдущих 12-ти лет.
2. Данные всего периода дистанционных наблюдений свидетельствуют о том, что экструзивная фаза формирования купола «Новый» в основном завершилась к 1977 г. С 1977 г. купол перешел в новую фазу формирования – эксплозивно-эффузивную. Слабая экструзивная деятельность наблюдается только в пределах активного жерла на стадии подготовки каждого извержения. Объемы самых крупных наблюдаемых экструзивных блоков редко превышают 100 тыс.м³, что составляет доли процента от общего объема продуктов отдельного извержения.
3. Активное жерло каждого извержения вулкана имеет свои координаты. Миграция жерл происходит в зоне на вершине купола, ограниченной радиусом около 150 м.
4. Как минимум с 2004 г. на вершине купола стали возникать эксплозивно-провальные кратеры, открытые на запад (ранее наблюдалось образование кратеров только эксплозивного происхождения и открытых на восток). Такие изменения в морфологии в 2004-2006 гг.

привели к выносу пирокластического материала извержений в сторону юго-западного сектора вулкана. Этот факт совместно с фактом уменьшения в 1.5-3 раза высоты внутренних стенок большого кратера вулкана свидетельствует о существенно возросшей вулканической опасности Безымянного для прилегающих территорий.

5. Объективная и точная оценка геологического эффекта извержений, точное картографирование их последствий невозможны без своевременных и полноценных дистанционных наблюдений за активными вулканами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Двигало В.Н. Морфологические предвестники (первые признаки) активизации некоторых вулканов Камчатки // Вулканология и сейсмология. 2000. № 4. С. 3-20.

УДК 551.217.24

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ НАКОПЛЕНИЯ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПЕПЛОВ

В БАССЕЙНЕ ОЗЕРА КАРЫМСКОГО

С.Б. Самойленко, Г.А. Карпов

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; email: samsergey@kscnet.ru

В статье, на основе многолетних наблюдений, реальных измерений и расчетов, получены оценки количества вулканических пеплов, поступающих от извергающегося Карымского вулкана в бассейн озера Карымского. Сделан вывод о слабом влиянии пеплов на общую минерализацию воды озера.

Введение. После подводного извержения 1996 года, в кальдере Академии Наук, заполненной Карымским озером, произошли изменения в морфологии озерной воды: в северном секторе озера возник кратер Токарева, глубиной около 60 м и диаметром более 600 м, северный борт которого поднялся над водой и сформировал полуостров Новогодний [6]. В истоке реки Карымской, вытекающей из озера, образовалась новая группа термальных источников (Пийповских) [3]. В результате перепланировки местности, площадь зеркала воды Карымского озера уменьшилась приблизительно на 0.5 км² [5]. Продолжающееся поныне (с 1996 года) извержение Карымского вулкана оказывает существенное влияние, как на процесс седиментации в бассейне Карымского озера, так и на минерализацию воды в озере. Степень этого влияния зависит от многих факторов.