

УДК 551.21.032

## МОРФОЛОГИЯ ВНУТРИКРАТЕРНОГО КОНУСА ВУЛКАНА БЕЗЫМЯННЫЙ В 2015 Г. ПО ДАННЫМ ДЕШИФРИРОВАНИЯ СТЕРЕОСНИМКОВ

*А.В. Шевченко, В.Н. Двигало*

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

9 октября 2015 г. была выполнена плановая аэрофотосъемка вулкана Безымянный. На основе геоморфологического дешифрирования полученных стереоснимков произведено подробное описание морфологии внутрикратерной области. Показано, что в последние годы вулкан формировался по типу стратовулкана с экструзивным ядром.

### **Введение**

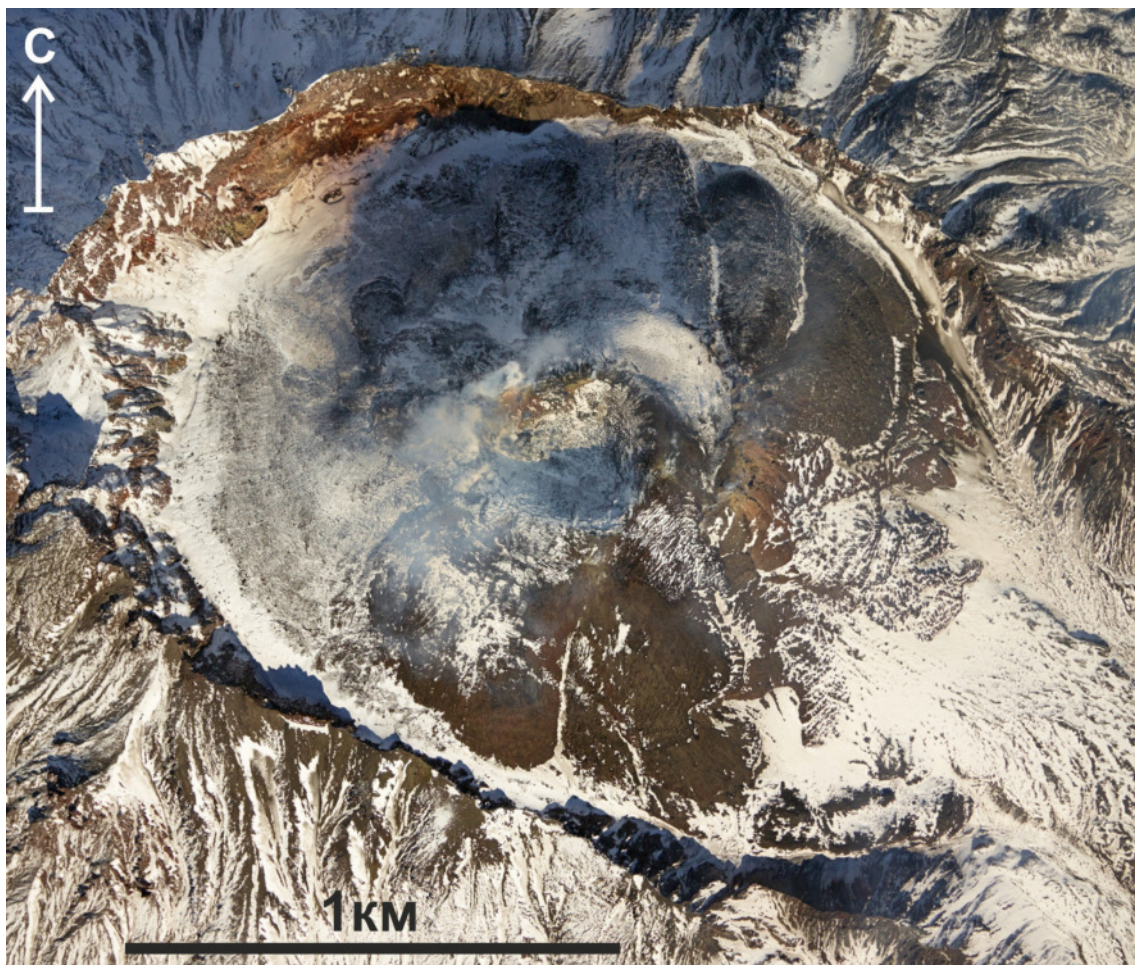
Андезитовый вулкан Безымянный расположен в центральной части Ключевской группы вулканов. Координаты вершины – 55°58'22" с.ш., 160°35'40" в.д., абсолютная высота в 2015 г. – 2964 м.

30 марта 1956 г. произошло катастрофическое извержение вулкана [1, 4], в результате которого сформировался подковообразный кратер 1,4×2,3 км, открытый на ЮВ. С 1956 по 1977 гг. в кратере наблюдался рост эндогенного купола Новый, с 1977 по 2009 гг. купол формировался по экзогенному типу [8, 9, 10] посредством чередования экструзивной, эксплозивной и эффузивной деятельности [1, 5, 7]. Дешифрирование снимков, полученных в 2009 г., позволяет сделать вывод, что в кратере происходит формирование стратоконуса за счет переслаивания материала лавовых потоков и пирокластики. В настоящей работе приводятся результаты дешифрирования плановых стереоснимков последней на данный момент аэрофотосъемки, выполненной 9 октября 2015 г. аэрофотоаппаратом Phase One iXA 160. При дешифрировании структур поверхностей элементов конуса также использовались снимки от 10 декабря 2009 г., 24 июля 2010 г. и 5 июня 2013 г. Приводимые морфометрические характеристики получены фотограмметрическим методом.

### **Результаты дешифрирования стереоснимков**

Останцы эндогенного купола, формировавшегося в 1956–1977 гг., еще наблюдались на снимках 2006 г. в виде отдельных фрагментов в южном секторе. На снимках, полученных в 2009 и 2010 гг., поверхность эндогенного купола уже не наблюдается, она полностью скрыта под слоями лавовых потоков и пирокластики. Постройка купола к 2013 г. приобрела конусовидную форму. На вершине конуса сформировался кратер, ставший единым центром проявления всех видов активности вулкана. Таким образом, мы можем заключить, что в настоящее время на вулкане Безымянный происходит формирование внутрикратерного стратоконуса.

Снимки, полученные 9 октября 2015 г. (рис. 1), показывают, что южный, северный и восточный склоны стратоконуса полностью забронированы лавовыми потоками. ЮЗ склон по-

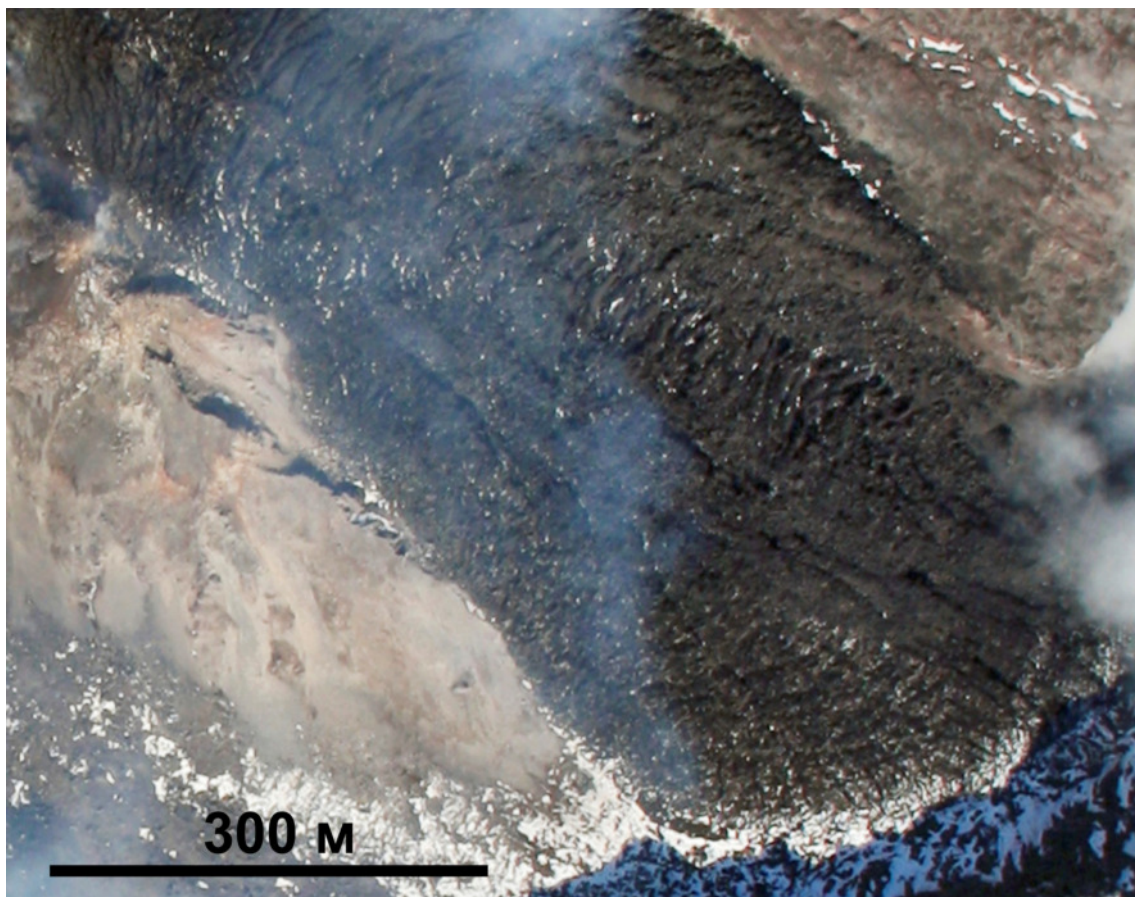


**Рис. 1.** Плановый снимок кратера вулкана Безымянный от 9 октября 2015 г.  
Фото И.Ю. Свирида.

крыт лавовыми потоками только на 2/3. Фронтальные части этих потоков находятся на высоте 2700 м. Ниже лавовых потоков образовалось обширное поле обвалных и пирокластических отложений, заполнивших атрио с запада на ЮВ на протяжении 2 км при средней ширине до 300 м. Потоки северного и восточного склонов были сформированы к 2006 г. [7]. Они имеют слегка каплевидную форму, небольшую длину – до 600 м, и примерно одинаковую не более 30 м среднюю мощность. Бортовые валы отсутствуют. Трещины и складки, отчетливо видимые на снимках поверхности потоков в 2006 г., замаскированы рыхлыми отложениями более поздних извержений.

На южном склоне выделяются лавовые потоки 2009–2012 гг. Наиболее длинный (1,37 км) из всех современных потоков Безымянного относится к весеннему извержению 2009 г. [6]. Данный поток является уникальным среди всех потоков Безымянного, так как имеет четко выраженные бортовые валы. Структура поверхности этого потока (рис. 2) представлена дугообразными складками, выгнутыми по направлению течения. Складки пересечены рывтинами, протягивающимися веерообразно вдоль простиранья потока. В настоящее время вершинная часть этого потока перекрыта потоками извержений 16–17 декабря 2009 г. и 31 мая 2010 г.





**Рис. 2.** Структура потока весеннего извержения 2009 г. Фото В.Н. Двигало, 10 декабря 2009 г.

Структура потока 31 мая 2010 г. (рис. 3) отличается от всех формировавшихся прежде потоков. Она представлена системой частых и глубоких трещин, расположенных прямо перпендикулярно направлению движения. На всем протяжении поток имеет примерно одинаковую мощность (40 м), каплевидная форма слабо выражена, бортовые валы отсутствуют, фронтальные части по морфологии идентичны латеральным. Все эти признаки указывают на высокую вязкость и низкую температуру потока.

К западу от потока 2010 г. расположен поток извержения 8 марта 2012 г. [2]. Поток спустился по южному склону купола и почти достиг южной стенки кратера 1956 г. Он имеет длину 500 м и наибольшую ширину 400 м. Площадь потока в плане – не менее 200000 м<sup>2</sup> – точно определить невозможно, так как его верхняя часть перекрыта более поздним потоком. Средняя мощность, измеренная от поверхности 2010 г., составила 36 м. Объем – около 7,2 млн. м<sup>3</sup>. Пространство между нижней фронтальной частью потока и гребнем кратера 1956 г., шириной 70 м, заполнено пирокластикой извержений 2012 г. Необходимо отметить, что высота стенки кратера над поверхностью пирокластики в этом месте на дату съемки составляет всего 5 м. Структура поверхности потока слабо выражена по причине ее выравнивания покрывающими отложениями пирокластики. По форме залегания потока в латеральных и

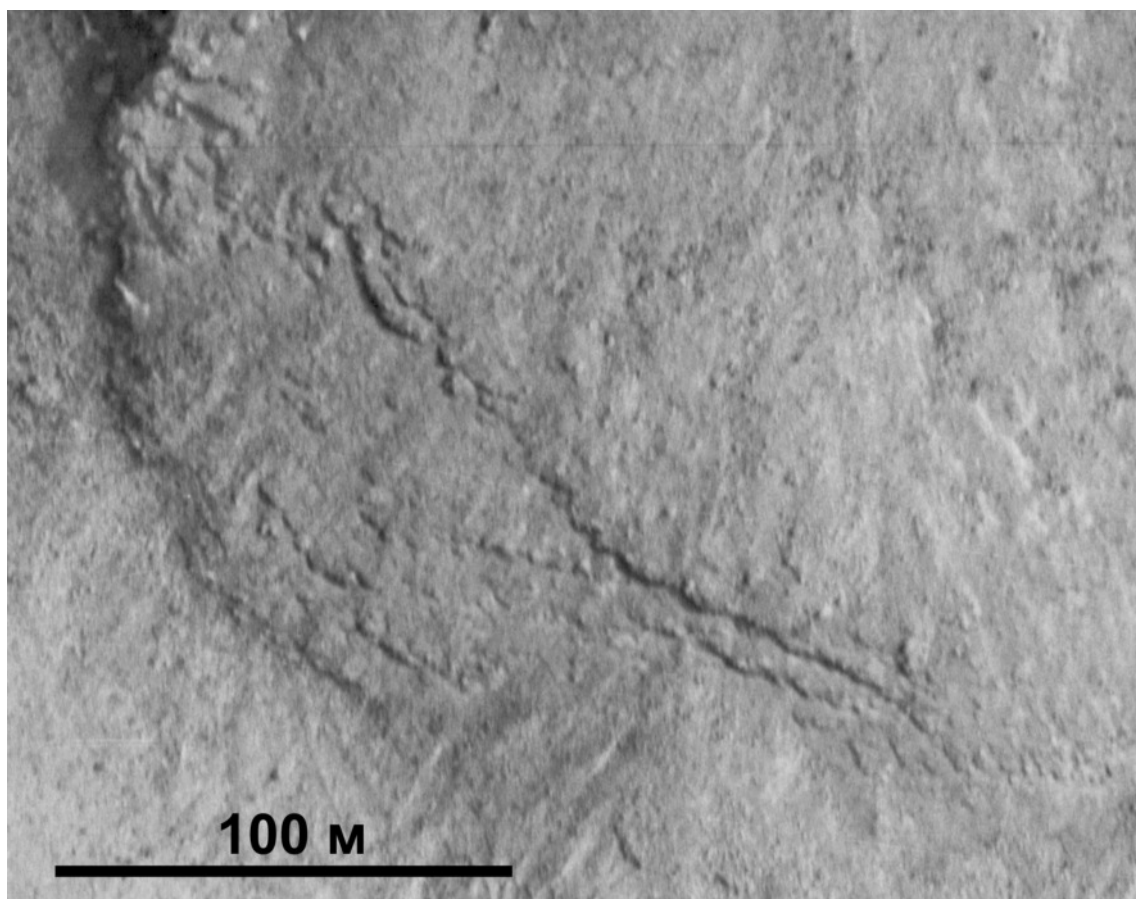


**Рис. 3.** Структура потока 31 мая 2010 г. Фото А.В. Сокоренко, 24 июля 2010 г.

фронтальных частях видно, что он сформирован за счет последовательного наложения нескольких маломощных лавовых порций (рис. 4).

Верхняя часть потока 8 марта 2012 г. как, впрочем, и вся вершина конуса перекрыты лавой извержения 1 сентября 2012 г. [3]. Лава, переполнив кратер, излилась на все склоны в виде нескольких коротких языков. Наибольшую длину (280 м) имеет восточный язык. Длины языков на южном, ЮЗ и западном склонах равны 103, 114 и 84 м соответственно. Все размеры языков даны в плане, длины – от гребня кратера. Общая площадь потока равна 136400 м<sup>2</sup>. По структуре данный поток подобен потоку 2010 г.

В центральной части конуса расположен эксплозивно-провальный кратер, формирующийся с 2006 г. [7]. Средний диаметр кратера 270 м. Его наибольшая глубина 96 м. Отметка высшей точки гребня кратера 2964 м. Положение кратера остается неизменным последние 10 лет, что говорит о прекращении миграции эруптивного центра и также указывает на переход вулкана к формированию по центральному типу. Чаша кратера имеет коническую форму, на западной внутренней стенке и по западной кромке наблюдаются выходы фумарол. Южная внутренняя стенка кратера сложена материалом последнего лавового потока 2012 гг. Видно, что просадка кратера происходила еще при высокой пластичности лавы его заполнявшей, так как структура поверхности потока внутри кратера не нарушена и идентична структурам вер-



**Рис. 4.** Латеральная часть потока 8 марта 2012 г. Фото В.Н. Двигало, 5 июня 2013 г.

шинной и внешних частей. Такая же картина наблюдалась в кратере, после излияния лавы в 2010 г. [6]. К СВ от активного кратера расположены кромка и часть дна кратера 2004 г. Эти элементы изменились слабо, поскольку вынос материала на СВ склон после 2006 г. был незначительным.

Авторы благодарят сотрудников Института вулканологии и сейсмологии А.В. Сокоренко и И.Ю. Свирида за предоставленные аэрофотосъемочные материалы.

#### **Выводы**

1. Произведенное геоморфологическое дешифрирование плановых стереоснимков от 9 октября 2015 г. позволило установить, что в настоящее время вулкан Безымянный формируется по центральному типу, внутрикратерная часть вулкана представлена стратоконусом с экструзивным ядром. На данном примере мы можем наглядно проследить переход от одной вулканической формы в другую и исследовать его особенности. Купол становится стратоконусом когда на нем формируется постоянное жерло, а его поверхность полностью перекрывается слоями лавы и пирокластики.
2. Малое превышение южной кромки кратера 1956 г. над поверхностью пирокластических отложений в атрио (5 м) указывает на увеличение площади распространения опасных яв-



лений. В случае возобновления активности вулкана, серьезную опасность будет представлять не только его восточный склон, но и южный.

### Список литературы

1. *Богоявленская Г.Е., Брайцева О.А., Мелекесцев И.В. и др.* Вулкан Безымянный // Действующие вулканы Камчатки. Т. 1. М.: Наука, 1991. С. 168-194.
2. *Гирина О.А., Демянчук Ю.В.* Извержения вулкана Безымянный в 2012 г. по данным KVERT // Материалы региональной конференции «Вулканизм и связанные с ним процессы», посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2012. С. 32-35.
3. *Гирина О.А., Демянчук Ю.В., Давыдова В.О. и др.* Извержения вулкана Безымянный 1 сентября 2012 г., его прогноз и продукты // Материалы региональной конференции «Вулканизм и связанные с ним процессы», посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2013. С. 31-35.
4. *Горшков Г.С.* Первое историческое извержение вулкана Безымянного // Бюл. вулканол. ст. 1956. № 24. С. 70.
5. *Двигало В.Н.* Морфологические предвестники (первые признаки) активизации некоторых вулканов Камчатки // Вулканология и сейсмология. 2000. № 4. С. 3-16.
6. *Двигало В.Н., Свирид И.Ю., Шевченко А.В. и др.* Состояние активных вулканов Северной Камчатки по данным аэрофотосъемочных облетов и фотограмметрической обработки снимков 2010 г. // Материалы региональной конференции, посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2011. С. 26-36.
7. *Свирид И.Ю., Шевченко А.В., Двигало В.Н.* Морфология кратера вулкана Безымянный по данным аэрофотограмметрических наблюдений 2006 г. // Материалы ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2007. С. 95-100.
8. *Шевченко А.В., Свирид И.Ю., Двигало В.Н.* О терминологии по лавовым образованиям андезитового и кислого вулканизма // Тезисы докладов XVIII Традиционной региональной научной конференции «Вулканизм и связанные с ним процессы», посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2015. С. 126-129.
9. *Carter A.J., Ramsey M.S., Belousov A.B.* Detection of a new summit crater on Bezymianny Volcano lava dome: satellite and field-based thermal data // Bull. of Volcanol. 2007. 69. P. 811-815.
10. *Williams H.* The history and character of volcanic domes // Univ. Calif. Publ. Bull. Dept. Geol. Sci. 1932. V. 21. P. 51-146.