

Пирокластические потоки вулкана Ключевской, Камчатка

А.Б. Белоусов, М. Белоусова

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский,

e-mail: belousov@mail.ru

Приведены данные о пирокластических потоках вулкана Ключевской, сформированных в ходе извержений 1945, 1994 и 2016 гг. Описан механизм их формирования в результате обвала активного лавового потока, провоцирующего фреатомагматический взрыв.

Введение

Образование пирокластических потоков характерно для извержений вулканов со средним-кислым составом магмы (от андезитов до дацитов), которая имеет большую вязкость и содержит много растворённых летучих. Пирокластические потоки образуются как во время эксплозивных извержений (при гравитационном обрушении эруптивной колонны), так и экструзивных (при гравитационном обрушении куполов и вязких лавовых потоков). На Камчатке пирокластические потоки обычны для современных извержений вулканов Шивелуч и Безымянный.

Ключевской вулкан извергает относительно маловязкую магму базальт-андезибазальтового состава, для которой не свойственно образование пирокластических потоков. Извержения вулкана носят, в основном, стромболианский характер, при котором происходят вертикальные выбросы раскалённых бомб и шлака, а также изливаются протяженные потоки лавы типа аа. Относительно редкие и более сильные пароксизмальные извержения вулкана относятся к субплинианскому типу.

Анализ литературных данных и наблюдения авторов показывают, что на Ключевском вулкане периодически образуются пирокластические потоки, механизм образования которых отличается от механизмов образования пирокластических потоков на вулканах со средним-кислым составом магмы.

Пирокластические потоки вулкана Ключевской

То, что некоторые извержения Ключевского вулкана сопровождаются образованием значительных по объёму пирокластических потоков первым установил Б.И. Пийп [1]. Среди продуктов вершинного пароксизмального извержения 1945 г. им были описаны горячие газонасыщенные отложения "горячей лавины", которые покрыли площадь 7 км^2 при средней мощности 20 м (и максимальной 60 м). Объём отложений составил около $0,14 \text{ км}^3$. Происхождение пирокластических потоков Пийп связал с гравитационным обрушением эруптивной колонны во время эксплозивного извержения вершинного кратера.

После извержения 1945 г. пирокластические потоки на Ключевском вулкане не отмечались до 1994 г., и поэтому факт их образования был практически забыт. В процессе вершинного извержения 1994 г. сформировалось несколько пирокластических потоков общим объёмом около $0,005 \text{ км}^3$, которые были детально изучены авторами [2]. Их характеристики полностью соответствовали отложениям "горячей лавины" извержения 1945 г. Особенности отложений пирокластических потоков обоих извержений являются низкая степень вспененности обломков ювенильного материала (которые также имеют специфическую текстуру стекловатой поверхности, образовавшуюся при быстрой закалке лавы), и большое содержание обломков резургентного материала.

Анализ литологических особенностей отложений 1945 и 1994 гг., вместе с данными наблюдений извержений Ключевского вулкана, позволил авторам предложить

механизм образования описанных пирокластических потоков в результате обрушений и фреатомагматических взрывов на активных лавовых потоках [2]. В процессе движения лавы по крутому склону, сложенному смёрзшимися обломочными породами, под лавовым потоком в результате его термического воздействия образуется линза талого грунта (смесь воды и разнообразного вулканогенно-обломочного материала). В результате часть лавового потока теряет сцепление с субстратом и соскальзывает вниз по склону (рисунок).

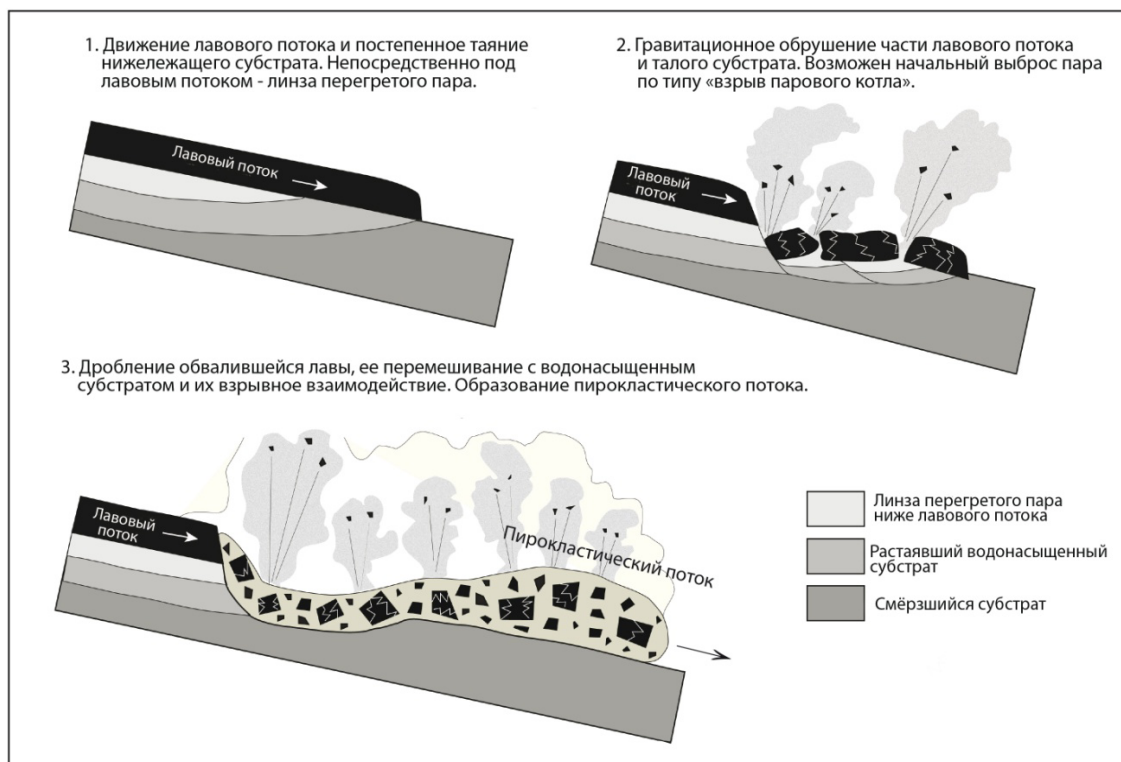


Рисунок. Схема, иллюстрирующая механизм фреатомагматического взрыва с образованием пирокластического потока. Обрушение лавового потока, вызывающего взрыв, может произойти на любом отрезке его длины (не только на фронте).

В процессе соскальзывания раскалённый материал лавового потока дробится и смешивается с водонасыщенным талым субстратом, производя фреатомагматический взрыв. Выброшенный взрывом обломочный материал состоит из мелкораздробленной лавы и резургентного материала субстрата. Часть выброшенного материала формирует вертикальное облако взрыва (которое всплывает в атмосфере), а часть формирует пирокластический поток (который движется вниз по склону). При таких взрывах также образуются протяженные лахары (лахар состоит из смеси материала талого грунта, раздробленной лавы и воды, образовавшейся при воздействии пирокластического потока на ледники и снежники). Описанный механизм фреатомагматических взрывов с формированием пирокластических потоков реализуется только когда лава движется по достаточно крутым склонам. Это объясняет, почему такие обвалы и взрывы не отмечались при побочных извержениях на более пологих склонах Ключевского вулкана.

В апреле 2016 г. в привершинной части восточного склона Ключевского вулкана образовался побочный прорыв, проявлявший интенсивную эффузивную деятельность

до 5 ноября. Лава текла по склону крутизной до 35° , сложенному смёрзшимся вулканокластическим материалом. В начале августа в результате обвалов и взрывов на лавовом поле прорыва образовался крупный пирокластический поток, который прошёл по юго-восточному склону около 10 км до абсолютной отметки 1300 м. и далее трансформировался в лахар, который распространился по руслу р. Голубельная ещё на несколько км. Горячие газонасыщенные отложения пирокластического потока частично заполнили глубокий барранкос верховьев р. Голубельная, где площадь отложений составила $0,15 \text{ км}^2$, при мощности 3 - 10, местами до 15 м. Объем отложений потока около $0,001 \text{ км}^3$; литологические характеристики, в целом, аналогичны отложениям 1945 и 1994 гг. Особенностью отложений 2016 г. являлось присутствие глыб смёрзшегося вулканокластического материала, которые при таянии образовали конические холмики мокрого гравия, выступающие на высоту до 0,5 м над ровной горячей поверхностью пирокластического потока. Эти холмики указывают на участие смёрзшегося субстрата лавового потока в механизме фреатомагматического взрыва, сформировавшем пирокластический поток.

Заключение

На лавовых потоках Ключевского вулкана, спускающихся по крутым склонам, сложенным смёрзшимися вулканогенно-обломочными породами, достаточно обычны обрушения и связанные с ними фреатомагматические взрывы, сопровождающиеся формированием значительных по объёму пирокластических потоков. Возможность образования подобных пирокластических потоков необходимо учитывать при оценке вулканической опасности.

Список литературы

1. *Пуйн Б.И.* Ключевская сопка и ее извержения в 1944–1945 гг. и в прошлом. // Труды Лаб. вулканологии. 1956. Вып. 11. 311 с.
2. *Belousov A., Behncke B., Belousova M.* Generation of pyroclastic flows by explosive interaction of lava flows with ice/water-saturated substrate // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2011. V. 202. P. 60-72.