

Состояние вулкана Эбеко (о. Парамушир) в 2020 г. по наземным данным

Т.А. Котенко

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: sinarka2017@mail.ru

В 2020 г. продолжалась эруптивная активность вулкана Эбеко на о. Парамушир, Курильские о-ва ($50^{\circ} 41'$ с.ш., $156^{\circ} 01'$ в.д.), начавшаяся в октябре 2016 г. Извержение протекало по вулканскому типу и заключалось в многочисленных пепловых взрывах разной мощности с нечетко выраженной периодичностью. Высота пепловых колонн не превышала 5 км над кратером. Продолжалось увеличение размера активного кратера – кратера Корбута.

Введение

Эбеко – действующий вулкан в северной части хребта Вернадского на о. Парамушир, Курильские острова. Вулканизм региона имеет субдукционную природу, насчитывается 39 наземных действующих вулканов. Но только для вулкана Эбеко характерны столь частые и столь длительные извержения: 11 извержений за 100 лет с максимальной продолжительностью для текущего – более четырех лет. Обзор эруптивной активности вулкана Эбеко за последние 100 лет, представленный в работе [5], показывает, что в этот период наблюдалась только эксплозивная активность вулканского типа: периодические кратковременные взрывы умеренной силы, при которых формируются пепловые колонны или шлейфы. Крупные баллистические обломки (бомбы и блоки) разлетаются на небольшие расстояния от активного кратера.

Источник теплового питания вулкана Эбеко все еще дискутируется: предполагается, что это комплекс остывающих интрузивных тел с апикальной частью на глубине около 2.5 км [1, 3], или питание осуществляется через ослабленную точку над мантией, откуда происходит прямой подъем флюида [7]. В работе [5] предложен механизм питания относительно небольшими изолированными диапирами высоковязкой андезитовой магмы, которые последовательно медленно поднимаются друг за другом через водонасыщенные фрагментированные породы постройки. Возможно, данный механизм впервые позволяет объяснить многие особенности извержений вулкана Эбеко. В любом случае, специфика вулканической активности складывается также из наличия гидротермальной системы на пути подъема магмы [1, 6], стабильно проявленной на поверхности на площади около 1 км² (термальные озера, газовые выходы с температурами от 96 °С до 506 °С, кислые кипящие источники и т.д.).

Методы исследования

Для регистрации взрывов, определения их частоты, высоты, мощности и направления смещения пепловых шлейфов применялись две камеры покадровой съемки, визуальные и полевые наблюдения. Места установки камер вблизи кратеров и примеры получаемых изображений показаны на рис. 1.

Одна камера BrinnoTimeCam TLC100 была установлена в г. Северо-Курильск (расстояние до вулкана 7 км). Съемка велась с периодичностью 10 с, разрешением 2304×1296 пикселей в светлое время суток. Съемка вблизи кратера осуществлялась камерами Brinno TLC100 и Reconyx UltraFire с частотой съемки от 5 до 60 с, удаление камер от активных жерл составляло 500-610 м. На основе видео- и фотосъемки составлялись хронографы для определения скорости взрывов и оценка морфологических изменений в кратере.

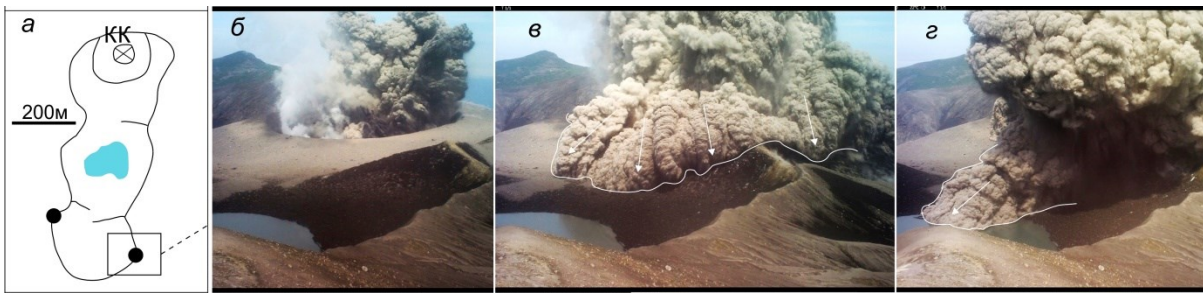


Рис. 1. (а) – Места установки камер периодической съемки (черные кружки) вблизи кратеров (КК – кратер Корбута): (б-г) – запись эруптивной активности 24.06.2020 г. с периодичностью съемки 10 с. Белый контур и стрелки показывают движение пирокластического потока.

Кроме того, 16 июля 2020 г. была выполнена аэрофотосъемка беспилотным летательным аппаратом DJI MAVIC Pro Platinum с 12.71 МП фотокамерой, разрешение снимка 4000×3000 точек на дюйм. Полет осуществлялся на высоте 250 м над кратером, запуск был произведен с вершины вулкана.

Результаты и их обсуждение

В 2020 г. эруптивная активность была сосредоточена в новом кратере – кратере Корбута, который начал формироваться в 2018 г. [2]. Размеры кратера быстро увеличивались: в июле 2019 г. глубина нового кратера составляла ~70 м, диаметр по бровке в широтном направлении был равен 211 м, а в направлении С-Ю – 165 м [7]. Высота южного кратерного уступа на эту дату составила 1090 м н.у.м., западного – 1102 м, северного – 1105 м и восточного – 1115 м. Наибольшая крутизна внутренних стенок с северной стороны – более 60°, с южной стороны они более пологие. Дно кратера находилось на высоте 1045 м н.у.м. Прирост высоты по бровкам нового кратера по сравнению с 2016 г. составил с северной стороны ~37 м, западной ~62 м, южной ~58 м, восточной ~100 м. Максимальный прирост восточной бровки был обеспечен ее расположением над дном Активной воронки.

Повторная аэрофотосъемка была выполнена через год, 16 июля 2020 г.: на плановом снимке, выполненном с высоты 250 м над кратером, штриховыми линиями показаны контуры КК 1.08.2018 г. и 14.07.2019 г. (рис. 2а).



Рис. 2. (а) – КК 16 июля 2020 г., аэрофотосъемка с высоты 250 м. Контуры показывают предыдущие размеры кратера. (б) – Начало взрыва 29.06.2020 г. с множеством неоднородных струй (белые контуры), фото Л.В. Котенко. (в) – Диаграммы количества пеплопадов в месяц, максимального количества взрывов в сутки, максимальной высоты пепловой колонны над кратером.

Размеры КК увеличились по линии З-В до 249 м, по линии С-Ю до 221 м, глубина кратера около 70 м. Объем внутренней полости кратера по минимальной оценке составил около $1.2 \cdot 10^6 \text{ м}^3$. Все вершинные кратеры располагались на одной линии, ориентированной в направлении ЮЮЗ-ССВ. Растущий пирокластический конус

заполнил весь Северный кратер (рис. 2б), а также засыпал холодное озеро в его западной части.

Высота взрывов в течение года варьировала от 0.3 до 5 км над кратером. При наиболее сильных взрывах формировались пирокластические потоки протяженностью до 1 км. Так, 24.06.2020 г. камерой зафиксировано движение двух пирокластических потоков: в южном и юго-восточном направлении (рис. 1б-г). В темное время суток при сильных взрывах наблюдалось свечение раскаленных бомб, температура которых по цветовой шкале свечения может быть оценена в 700-900 °С. В пепловых столбах наиболее сильных взрывов наблюдались разряды молний.

Начальная фаза взрыва состояла из множества отдельных струй с разным временем вступления, разной начальной скоростью (от 10 до 75 м/с), разным содержанием пепла: как, например, на рис. 2б, иллюстрирующем начало взрыва 29 июня 2020 г. То есть, предположительно, наблюдалась неоднородная фрагментация головной части магматического диапира.

Частота эксплозий и высота подъема пепловых облаков. В рассматриваемый период, как и в 2016-2019 гг., сохранялась нечетко выраженная периодичность взрывов в течение суток [2, 5, 7], самые длинные паузы наблюдались после наиболее сильных взрывов и длились чаще всего 2-3 часа, иногда более. Так, по записи вершинной камеры, 22 июня взрывы происходили в среднем каждый час, а 23.06 – каждые полчаса. Минимальная пауза составила 1 мин, а максимальная – 5.4 ч.

Также наблюдались пульсации внутригодовой активности (рис. 2в). Изменение частоты взрывов в течение года: в марте и до 29 апреля 2020 г. число взрывов было минимальным – 2-3 события в сутки. 29 апреля началось последовательное увеличение количества пепловых выбросов, о чем подробно сообщалось в [4], высокая активность держалась до середины июля. В связи с этим, в мае и июле в г. Северо-Курильск наблюдалась тяжелая экологическая обстановка, обусловленная частыми пеплопадами (более 50 за месяц). Затем произошел спад активности, в августе-октябре число взрывов уменьшилось до 10-12 в сутки. И с ноября 2020 г. вновь наблюдалось усиление активности, как по числу взрывов, так и по их высоте.

В течение года высота пепловых колонн над кратером не превышала 5 км. Между взрывами в кратере наблюдалась сильная фумарольная деятельность (рис. 3).

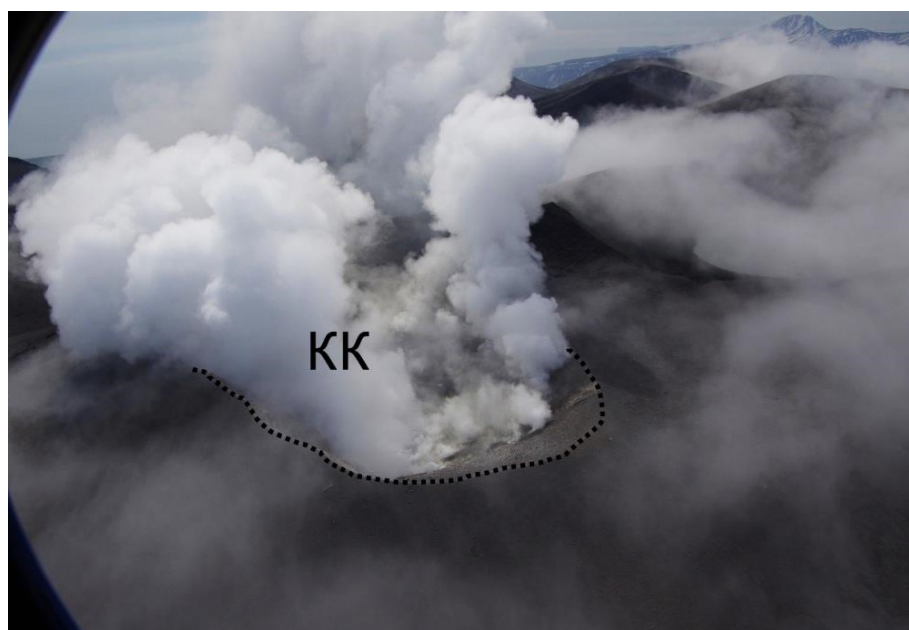


Рис. 3. Кратер Корбута (КК) 24 июня 2020 г., вид с северо-запада, фото Л.В. Котенко.

Заключение

В 2020 г. магматическое извержение вулкана Эбеко вулканского типа продолжалось с меняющейся интенсивностью. Увеличивался размер кратера Корбута: 16 июля 2020 г. он имел диаметры 249 и 221 м (в направлении З-В и С-Ю, соответственно) и глубину ~70 м, объем его полости составил около $1.2 \cdot 10^6 \text{ м}^3$. Продолжался рост кратерных бровок, конус кратера Корбута заполнил весь Северный кратер, значительно изменив его морфологию. В радиусе до 15 км от вулкана, в том числе в г. Северо-Курильск, продолжались пеплопады с размерностью пепла до 2-5 мм, значительно ухудшающие качество жизни населения.

Автор благодарит Л.В. Котенко за выполнение большого объема вулканологических наблюдений и техническое обеспечение, С.Н. Рычагова за постоянную поддержку, Д.В. Мельникова и А.Б. и М.В. Белоусовых за предоставленные фотокамеры периодической съемки, М.Л. Котенко за выполнение аэрофотосъемки кратеров вулкана 16.07.2020 г.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 20-05-00517/20, 19-05-00102).

Список литературы

1. Белоусов В.И., Рычагов С.Н., Сугробов В.М. Северо-Парамуширская гидротермально-магматическая система: геологическое строение, концептуальная модель, геотермальные ресурсы // Вулканология и сейсмология. 2002. № 1. С. 34-50.
2. Котенко Т.А., Смирнов С.З., Сандимирова Е.И. Вулкан Эбеко в 2019 г.: динамика извержения по наземным данным // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы XXIII научной конференции, посвященной Дню вулканолога, 2020 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2020. С. 38-41.
3. Мелекесцев И.В., Двигало В.Н., Кирьянов В.Ю. и др. Вулкан Эбеко (Курильские о-ва): история эруптивной активности и будущая вулканическая опасность. Ч. 2 // Вулканология и сейсмология. 1993. № 4. С. 24-41.
4. Фирстов П.П., Котенко Т.А., Акбашев Р.Р. Усиление эксплозивной активности вулкана Эбеко в апреле-июне 2020 г. // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. № 2. Вып. 46. С. 10-15. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2020-2-46-10-156>.
5. Belousov A., Belousova M., Auer A. et al. Mechanism of the historical and the ongoing Vulcanian eruptions of Ebeko volcano, Northern Kuriles // Bulletin of Volcanology. 2021. V. 83. 4. <https://doi.org/10.1007/s00445-020-01426-z>.
6. Kalacheva E.G., Taran Y.A., Kotenko T.A. et al. Volcano-hydrothermal system of Ebeko volcano, Paramushir, Kuril Islands: geochemistry and solute fluxes of magmatic chlorine and sulfur // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2016. V. 310. P. 118-131. <https://doi.org/10.1016/j.volgeores.2015.11.006>.
7. Walter T.R., Belousov A., Belousova M. et al. The 2019 Eruption Dynamics and Morphology at Ebeko Volcano Monitored by Unoccupied Aircraft Systems (UAS) and Field Stations // Remote Sens. 2020. 12. 1961. <https://doi.org/10.3390/rs12121961>.