

Член-корреспондент АН СССР С. А. ФЕДОТОВ, Е. К. МАРХИНИН,
Г. Н. КОВАЛЕВ, А. И. ЦЮРУПА, Ю. Б. СЛЕЗИН

БОЛЬШОЕ ТРЕЩИННОЕ ТОЛБАЧИНСКОЕ ИЗВЕРЖЕНИЕ НА КАМЧАТКЕ. ЮЖНЫЙ ПРОРЫВ 1975-1976 гг.

Большое трещинное Толбачинское извержение, начавшееся 6 VII 1975 г. Северным прорывом, продолжалось с 18 IX 1975 г. на Южном прорыве ⁽¹⁾ и закончилось 10 XII 1976 г. Все это время и в начале 1977 г. действовали фумаролы на новообразованиях Северного прорыва и продолжалось эрозионное расширение новой вершинной кальдеры Плоского Толбачика.

События 1975—1976 гг., типичные для Южной Толбачинской зоны шлаковых конусов ⁽²⁾, и сама эта зона во многом напоминают вулканизм и морфологию рифтовых зон щитовых вулканов Гавайских островов ⁽³⁾. Протяженные лавовые покровы и щитовые вулканы возникали во многих районах современного и древнего вулканизма. Однако извержение в районе Толбачика в 1975—1976 гг.—первое историческое извержение такого типа на территории СССР, которое удалось непосредственно наблюдать и изучить.

В части познания механизма образования протяженного лавового поля особый интерес представляет извержение на Южном прорыве, продлившееся 450 дней. Оно началось как трещинное, но в течение первых 10—12 суток окончательно обособилось центральное жерло и сформировался подковообразный конус. С 8 XI 1975 г. истечение лавы происходило уже исключительно из бокк за пределами конуса или у его подножья. Последовательность развития конуса показана на рис. 1, а прирост высоты, достигшей к концу извержения 160 м,— на рис. 2а.

Конус рос неравномерно и подвергался постоянным деформациям. Из тела конуса выдвигались крупные фрагменты, которые иногда отрывались от него и, скользя по лавовой «смазке», перемещались на несколько десятков или сотен метров. Западнее конуса таким способом возник сплошной шлаково-агглютинатный чехол (3 на рис. 1). Выдвижение фрагментов сопровождалось оседаниями и оползнями. На заключительной стадии извержения ориентировка просядок конуса совпала с ориентировкой первоначальной эруптивной трещины. Характер деформаций указывал на существование в конусе гидравлического напора величиной до ~25 кг/см² на уровне подножья. Этот напор определял характер деятельности лавовых

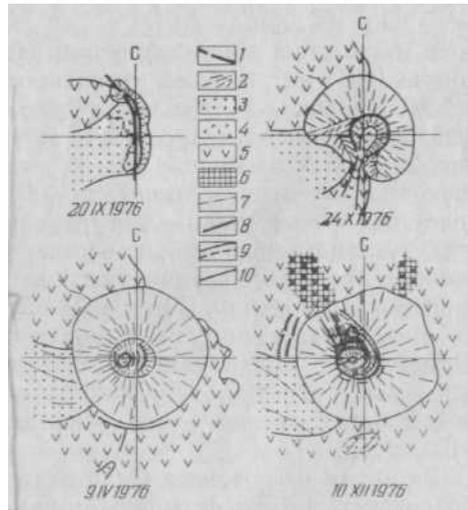


Рис. 1. Стадии развития конуса. 1 — трещина инициального прорыва; 2 — насыпная постройка; 3 — сплошной покров шлаков и агглютинатов на свежих лавах; 4 — жидкие светящиеся лавы; 5 — темные, в том числе остановившиеся и застывшие лавы; 6 — места, где лава была выдавлена из-под конуса; 7 — ось гребня; 8 — бровка уступа, внутрикратерной террасы; 9 — морфологическая или геологическая граница; 10 — трещина

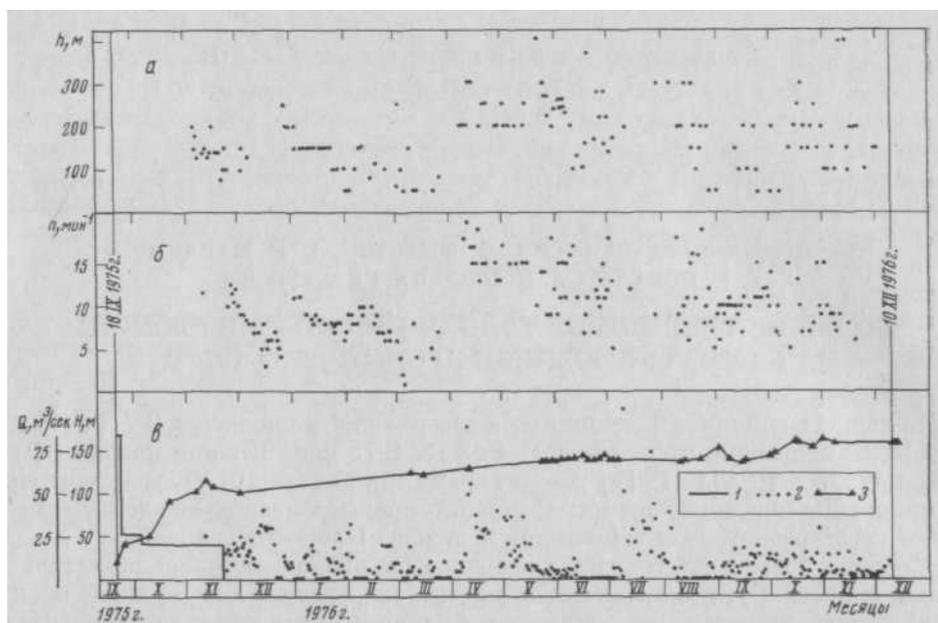


Рис. 2. Характеристика режима извержения. *a* — высота выбросов, *б* — частота выбросов, *в* — расход лавы и высота конуса (1 — средний расход, рассчитанный до объема лавового поля, 2 — результаты ежедневного измерения расхода лавы через бокки, 3 — высота конуса)

бокк и влиял на динамику формирования лавового поля. Конечный объем конуса $0,018 \text{ км}^3$, а объем отъехавших фрагментов $0,022 \text{ км}^3$.

Эксплозивная деятельность была сосредоточена в кратере конуса. Суточные оценки высоты и частоты выбросов над крошкой кратера приведены на рис. 2а, б. Максимальная высота вылета отдельных бомб значительно превосходила среднюю и достигала 400 м. Бомбы — расплескивающиеся, шлаково-комковатые, реже — фигуры вращения. Лапилли — шлаковые, но присутствовали в заметном количестве, особенно в первые месяцы извержения, также и сростки пластинчатых кристаллов плагиоклаза. Пепел — кристалловитрокластический. С мая 1976 г. усилились выбросы мелкого «вторичного» пепла, связанного не с непосредственным распылением ювенильного материала, а с периодическими обрушениями конуса. До весны 1976 г. в выбросах изредка встречались обломки белой и светло-серой пемзы. Объем пироклаستيки, вынесенной за пределы конуса по воздуху, оценен в $0,025 \text{ км}^3$.

За время извержения было излито приблизительно $0,5\text{--}0,7 \text{ км}^3$ лавы. Последовательность формирования лавового поля показана на рис. 3, а темп прироста площади отражен в табл. 1. Скорость открыто текущих лав («ла-

Таблица 1

Прирост площади лавового поля			
Период	Прирост площади, км ²	Полная площадь, км ²	Темп прироста, км ² /сутки
18 IX 1975—20 IX 1975	1,7	1,7	0,57
20 IX 1975—4 X 1975	4,4	6,1	0,31
4 X 1975—24 X 1975	4,1	10,2	0,20
24 X 1975—26 XI 1975	9,2	19,4	0,28
26 XI 1975—18 XII 1975	4,0	23,4	0,18
18 XII 1975—8 IV 1976	5,6	29,0	0,05
8 IV 1976—7 IX 1976	3,5	32,5	0,023
7 IX 1976—10 XII 1976	1,8	34,3	0,019

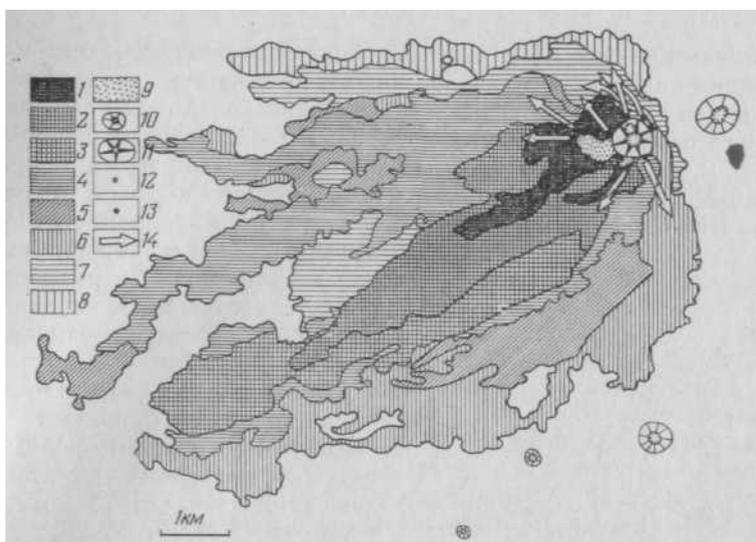


Рис. 3. Схематическая карта прироста площади лавового поля. 1 — к 20 IX 1975, 2 — к 4 X, 3 — к 22 X, 4 — к 26 XI, 5 — к 18 XII, 6 — к 9 IV 1976, 7 — к 7 IX, 8 — к концу извержения (съемка 22 XII 1976); 9 — лавы, закрытые сплошным шлаково-агглютинатным чехлом; 10 — шлаковые конусы старых извержений; 11 — конус извержения 1975—1976 гг.; 12 — вторичная бокка, изначально питающаяся по горизонтальным лавоводам; 13 — первичная бокка, образовавшаяся в результате нового прорыва конуса; 14 — направление основных систем горизонтальных выводов с питанием непосредственно из района конуса. Контуры последовательного наращивания лавового поля получены по аэрофотоматериалам, съемка и предварительное дешифрирование Н. А. Гусева, В. А. Двигало; составил А. И. Цюрупа

вовых рек») достигала 1,5 м/сек, а эффективная вязкость 10^4 — 10^5 пз. Наблюдалось также расползание и набухание лавового основания, скрытого шлаково-агглютинатным чехлом, и участков лавового поля с накопленными мощностями в первые десятки метров. Средняя скорость этих движений составляла 1—2 см/час, а эффективная вязкость 10 — 10^{11} пз. Расход лавовых рек, усредненный по ежедневным измерениям (рис. 2в) за все время извержения, равен 11 м³/сек, что соответствует $0,42$ км³ лавы. Разница между этой величиной и объемом лавового поля указывает на наличие скрытого стока, по крайней мере частично представленного медленным «растеканием». Средний истинный расход или темп подачи материала по подводящему каналу лежит в пределах 13 — 18 м³/сек. На начало извержения, а также на апрель и июнь 1976 г. приходится три резко выраженных максимума истинного расхода. Однако непрерывные, нередко также резкие колебания видимых расходов отражают не только глубокий процесс, но и механизмы поверхностного происхождения. В числе этих механизмов установлены, в частности, колебания уровня стояния лавы в теле конуса, набухание и разгрузка резервуаров-накопителей в толще лав с соответствующим чередованием медленного «растекания», расползания, и быстрого истечения. Этот эффект удовлетворительно описывается в рамках реологической модели, учитывающей наличие у лавы предела текучести, а также способности медленно течь при напряжениях ниже этого предела (⁴, ⁵). Поверхность лавового ПОЛЯ осложнена ступенями. Часть ступеней представляет собой фронты «единичных» потоков (⁶), излившихся из короткоживущих (не более недели) бокк с небольшими расходами. При значительных расходах, около 10 — 20 м³/сек и более, на одном потоке может возникнуть несколько ступеней благодаря вторичным прорывам лавы на фронте практически остановившегося потока и упомянутому выше явлению набухания лавовых резервуаров со сменой режимов течения. Широкому растеканию лавы способствовало повсеместное образование лавовых труб — лавоводок длиной до нескольких сот метров, сходных с описанными

на Гавайских вулканах (³). Пример пещеры, возникшей при частичном опустошении аналогичной лавовой трубы, приведен на рис. 4. Эта пещера, обнаруженная С. А. Федотовым, возникла несколько сот лет назад при извержении одного из соседних конусов. Высота потолка пещеры в среднем 1,5–2 м, но достигает 4,5 м. Потолок сводчатый, местами прогнутый, оплавленный, с лавовыми сталактитами длиной до 15 см и диаметром 0,5–1 см. Пол плоский, с преобладанием канатной поверхности. Мощность кровли до 2–3 м; хорошо выражены ее вспучивание и растрескивание, свидетельствующие о гидравлическом подпоре в период заполненности лавовода.

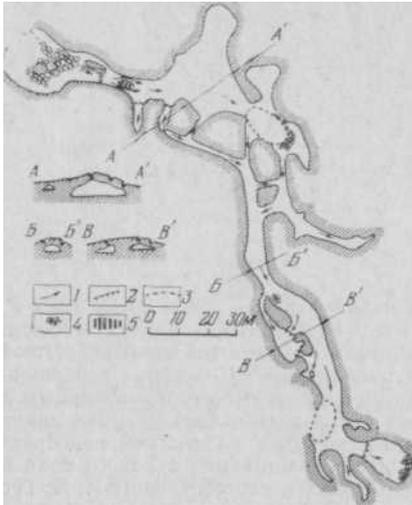


Рис. 4. План и разрезы пещеры-лавовода. 1 — направление течения лавы (направление изгибов канатной поверхности), 2 — уступы «лавопады», 3 — провалы кровли, 4 — нагромождение обвалившихся глыб, 5 — лавовая «пробка». Составил Ю. Б. Слезин

$3 \cdot 10^{14}$ дж, мощность вулкана $3,3 \cdot 10^{10}$ вт. Излившийся материал относится в основном к известному в районе Ключевской группы вулканов типу субщелочных глиноземистых базальтов (⁷), а по структурным особенностям — к мегаплагиофировым лавам (⁸).

Институт вулканологии
Дальневосточного научного центра
Академии наук СССР
Петропавловск-Камчатский

Поступило
23 VI 1977

ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. А. Федотов, А. П. Хренов, А. М. Чирков, ДАН, т. 228, № 5 (1976). ² Б. И. Пийн, Ключевская сопка, ее извержение в 1944–1945 гг. и в прошлом. Тр. Лаб. вулканол., в. 2, М., 1956. G. A. Macdonald, A. T. Abbott, Volcanoes in the Sea. Honolulu, 1970. Ю. Б. Слезин, Геология и геофизика, № 10 (1972). G. Hulme, Geophys. J. Res. Astr. Soc., v. 39 (1974). G. P. L. Walker, Bull. Volcanol., v. 35, № 58 (1971). ⁷ О. Н. Волянец, В. А. Ермаков и др., Бюлл. вулканол. станций, № 52 (1976). В. А. Ермаков. Изв. АН СССР, сер. геол., № 10 (1971).