

В. Ф. ПОПКОВ

ВУЛКАНИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПЛОСКОГО ТОЛБАЧИКА в 1940 г.

На протяжении двух столетий вулкан Плоский Толбачик периодически возобновлял свою деятельность, которая, к сожалению, весьма слабо отражена в литературе. Вулканические извержения с излиянием лавы были у него, по В. С. Кулакову [4], в 1739, 1793 и 1932 гг.

В течение последних семи лет Плоский Толбачик переживал период относительно спокойного состояния и выделял только водяные пары и газы. Возобновление вулканической деятельности началось эксплозионным извержением в сентябре 1939 г. [6]. В начале 1940 г. вулкан излил жидкую лаву и затем продолжал извергать с перерывами все лето 1940 г.

В начале января 1940 г., по собранным у местных жителей сведениям и по данным метеорологической станции села Козыревска, Плоский Толбачик энергично выделял клубы белого пара, которые подымались вверх на значительную высоту.

11 января днем в кратере происходили взрывы, причем газообразные продукты выбрасывались в виде шаров, которые наращивались друг над другом с резко выраженным чередованием шаровидных и более тонких столбообразных форм.

15 января вулкан выделял газы клубами. В 14 часов произошел взрыв-выброс. Над кратером появилось темное облако кучевой формы, насыщенное песком и пеплом.

Во второй половине января вершина Плоского Толбачика часто закрывалась облаками.

19 января днем над вулканом наблюдалось скопление водяных паров и газов, долгое время державшихся над кратером.

20 января с утра вулкан выделял газообразные продукты клубами. Вечером на закате солнца произошли два взрыва-выброса с песком и пеплом, которые относились ветром к востоку.

3 и 4 февраля Плоский Толбачик был открыт целый день, но выделение водяных паров и газов было отмечено только в середине дня. Высота их над кратером была незначительна.

11 февраля в 10 часов вулкан значительно усилил свою активность. Энергичные взрывы сопровождались выбросами песка и пепла. Изверженные рыхлые и газообразные продукты подымались на высоту около 2 000 м над кратером.

20 февраля на вулкане были отмечены необычные явления. Утром наблюдались сильные взрывы из кратера. Газообразные продукты, изредка насыщенные песком и пеплом, поднимались вверх на большую высоту. Днем вулкан слабо выделял только водяные пары и газы. С 15 часов деятельность его усилилась. Эксплозионные продукты выбрасывались со все возрастающей силой. В 17 часов появилось над кратером огненное облако, за ним последовали второе и третье. Вместе они образовали трехъярусную колонну, насыщенную бомбами, песком и пеплом. Бомбы взле-

тали вверх на небольшую высоту еще в раскаленном состоянии, затем вскоре гасли и падали поблизости от кратера.

На лесосеку Комариная доносились приглушенные взрывы, подобные звуку далеко рвущихся снарядов. Лесорубы утверждали, что было несколько сотрясений почвы и слышался гул со стороны извергающегося вулкана. Вулканическое землетрясение в этот день было отмечено и в Ключах в 16 часов 59 минут [6].

20 февраля при наступлении темноты эксплозионное извержение продолжалось. Из кратера вылетали клубы водяных паров и газов, переполненные светящимися искрами, которые после взлета осыпали склоны вулкана. Окружающие сопки с белоснежными вершинами были освещены красным светом. Воздух наполнился взрывами, громовыми раскатами и шумом, напоминающим прибой морской волны. Такое состояние продолжалось в течение двух часов, причем газообразные продукты над кратером были снизу ярко освещены, повидимому, от появления лавы в колдцеобразном провале кратера.

21 февраля днем были замечены редкие выбросы песка и пепла. Ночью наблюдалось небольшое огневое зарево. 23 и 25 февраля вечером Плоский Толбачик дал несколько взрывов-выбросов раскаленных рыхлых продуктов, которые, уплотняясь, создавали облака кучевой формы.

В начале марта Плоский Толбачик слабо парил. Выбросы паров воды и газов редко появлялись над кратером. 6 марта наблюдалось интенсивное выделение из кратера газообразных продуктов, подымавшихся вверх на небольшую высоту. Нередко выбросы паров воды и газов были пульсирующими. Они давали облака, напоминающие кочан цветной капусты.

7 марта небольшой группой в составе автора статьи, П. Н. Дьяконова и Г. Глубокова было совершено восхождение на вершину Плоского Толбачика с целью осмотра состояния кратера после февральского извержения.

Погрузив на нарты, запряженные собаками, рюкзаки, спальные мешки и однодневный запас продовольствия, в 5 часов мы вышли на лыжах из лагеря, находившегося на реке Бараньей. По пологому рельефу мы достигли высоты 1 600 м к северу от Озерного кратера. Оставив тут нарты и часть снаряжения, мы отправились на вершину без лыж. Путь лежал по южной гряде, спускающейся от кратера Плоского Толбачика.

Подъем з валенках и оленьих торбазах, без горных кошек, был до известной степени труден, особенно по крутым склонам. Приходилось местами прорубать ступеньки. С высоты 2 000 м мы наблюдали частые пульсирующие выбросы из кратера газообразных продуктов, которые при подъеме принимали шарообразную форму. Такое состояние вулкана сохранялось во время всего пути к кратеру.

В 14 часов 30 минут все участники поднялись на юго-западный край кратера. Площадка в кратере из лавы с поверхностью пахэухэу была покрыта снегом (рис. 1). В восточной и юго-восточной частях кратера наблюдались в небольшом количестве вулканические бомбы, лапилли, песок и волосы Пеле, которых не было в юго-западном секторе.

Колодцеобразный провал, описанный В. И. Влодавцем [1] вскоре после нашего посещения в 1936 г., теперь несколько изменился. Глубина его стала достигать 80 м. Дно провала оказалось заполненным лавой. Большая порция лавы поднялась из вулканического очага по западному каналу жерла и спокойно расплылась в виде лепешки круглой формы, закупорив западное жерло (рис. 2). Она достигла восточного жерла, которое помещалось выше западного, и затвердела. Поток лавы был еще теплым. Брошенные на поверхность его комья снега таяли и быстро превращались в пар. Признаков опускания или поднятия уровня лавы на

отвесных стенках в провале мы не обнаружили. Отсутствие жидкого лавового озера с меняющимся уровнем даже во время деятельности вул-

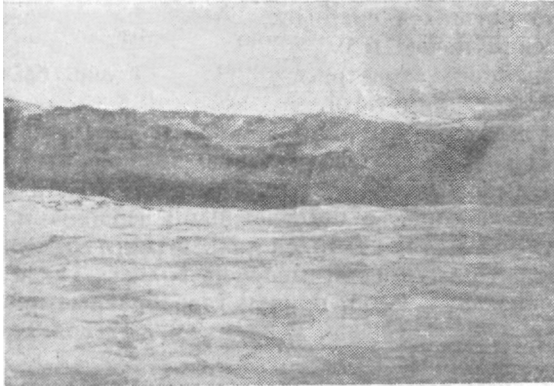


Рис. 1. Колодцеобразный провал кратера Плоский Толбачик. Справа выделяются пары воды и газа из восточного жерла.

Фото П. Н. Дьяконова

кана не подтверждает высказанного В. С. Кулаковым в 1936 г. [4] мнения о том, что вулкан Плоский Толбачик является одним из представителей вулканов гавайского типа. Его вывод сводился к следующему:

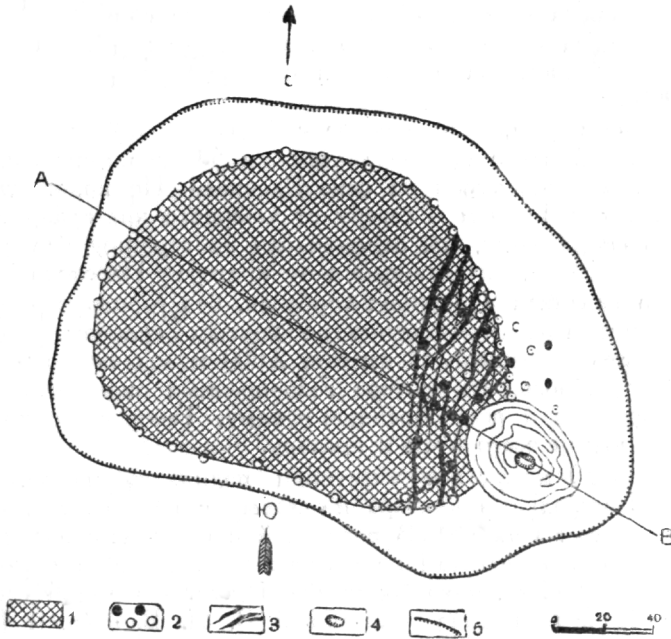


Рис. 2. План колодцеобразного провала в кратере вулкана Плоский Толбачик.

1 — лавовая линза, излившаяся 20 февраля 1940 г.; 2 — белые кружочки — фумаролы, черные — возгоны; 3 — трещины; 4 — шлаковый конус восточного жерла; 5 — обрывистые стенки колодцеобразного провала.

«Плоский Толбачик имеет много черт, характерных для щитовидного типа вулканов. Здесь мы видим те же типы поверхности аа и пахэухэу при

незначительной мощности потоков и их большом распространении в пространстве. Здесь, так же как и на Гавайских островах, встречались случаи фонтанирования лавы, о чем свидетельствуют волосы Пеле... Сам кратер провального типа с тонкослоистыми отвесными стенками, только размерами отличается хотя бы от Галемаумау». Против этого мнения высказался в 1940 г. В. И. Влодавец [2], который отрицал принадлежность Плоского Толбачика к вулканам газайского типа.

Автору настоящих строк посчастливилось наблюдать эксплозионное извержение Плоского Толбачика в сентябре 1939 г. [6], при котором фонтанирование лавы не происходило, но тем не менее наряду с выбросами газообразных продуктов, насыщенных бомбами, лапили и песком, с ними выбрасывались и волосы Пеле. Последние образовались в данном случае из капель или частиц, захваченных с поверхности лавы или бомб; при взлете эти частицы вытягивались в стеклянные нити и такими отвердевали. Такое же явление наблюдалось и во время февральского извержения 1940 г. При этом извержении из западного жерла спокойно изливалась лава, а из восточного жерла происходили эксплозии, вследствие чего лавовый поток имел ровную поверхность. Эксплозионных взрывов из западного жерла после излияния лавы не происходило.

У восточного края лавы образовалась густая сетка трещин. Простирание отдельных трещин было строго меридиональным. Ширина их у южного края лавы составляла 2 м (на-глаз), но с удалением от кратера постепенно уменьшалась. Заметно было также небольшое ответвление к центру лавовой линзы. У северного края лавы трещины шириной в 3 м (на-глаз) были ориентированы к северо-востоку $15-20^\circ$ и тоже сходили на-нет к середине лавы (рис. 2).

Из всех трещин интенсивно выделялись водяные пары, причем ощущался запах хлористого водорода и сернистого газа. Иногда газообразные продукты со свистом вырывались из трещин, как из сифонной паровой трубки, в тот момент, когда из восточного жерла вылетали клубы пара и газа. К северу, в 30 м от восточного жерла, наблюдались разобщенные друг от друга струящиеся фумаролы, которыми был обрамлен весь край линзы. Все они слабо действовали.

Обильное накопление возгонов было приурочено к трещинам, по краям которых наращивались нависающие козырьки белого возгона, по-видимому, нашатыря. В удалении от трещин возгоны отсутствовали, совсем не наблюдались они и в середине и у западного края линзы.

Восточное жерло было расположено у юго-восточной обрывистой стенки, над которой свисал ледник. От высокой температуры излившейся лавы и частых взрывов из восточного жерла ледник заметно подтаивал. Поверхность ледника была покрыта слоем вулканического песка и пепла. На некоторых уступах его лежали в небольших углублениях свежие черные вулканические бомбы. Они падали на него еще в теплом состоянии, и поэтому вокруг них и под ними подтаивал лед. Вокруг восточного жерла образовался конус высотой в 12 м (определено на-глаз), сложенный из вулканических бомб, песка и пепла. Склоны его имели наклон в 45° к уровню лавовой линзы. Южные и западные склоны были покрыты белыми и темными возгонами, последними в меньшем количестве, чем первыми. По северному склону конической надстройки выделялись два шлаковых гребня. Один из них, высотой около 1,5 м, находился внизу, у подножья конуса, второй, высотой в 3 м, был расположен над первым в виде валоподобного нагромождения. Они были сложены из неоднородного материала: нижний гребень состоял из бесформенных плотных и шлаковых пород красного цвета, верхний же резко выделялся по черному цвету обломков и вулканическими бомбами округлой формы. Образование таких гребней с различными по текстуре и цвету породами про-

изошло чисто механическим путем. При первом сильном взрыве вулканический канал прочищался и, следовательно, расширялось и жерловое отверстие. Раздробленный, окрашенный в красный цвет вулканический материал первых излияний при взрыве нагромоздил первоначальный вал вокруг жерла. Дальнейшие частые извержения вулкана доставляли на поверхность свежий черный вулканический продукт — бомбы, лапилли, песок и пепел. Из них наращивалась на раздробленном фундаменте старых лав новая надстройка конической формы.

У подножья конуса жерла наблюдалось большое скопление белых возгонов в виде корон. Открытый на юго-юго-восток конус, лишенный кратерного углубления, имел провальное отверстие, обрамленное черным шлаковым кольцом. Жерло с сечением 10 X 6 м (определено на-глаз) было вытянуто с запада на восток. Из него интенсивно выделялись, часто взрывами, водяные пары и газы.

После взрывов обыкновенно обнажалась отвесная северо-западная стена канала, нижний конец которой глубоко уходил к северо-западу, что, очевидно, отвечает наклону верхней части канала к юго-востоку. Такой вывод подтверждается некоторыми деталями механической работы жерла: а) при частых взрывах увлекаемые вулканические продукты вылетали из жерла под углом 20° к горизонту; б) этими взрывами верхняя часть юго-восточного конуса жерла была снесена и не возобновлялась; в) на поверхности ледника четко выделялась черная полоса из бомб, песка и пепла с простираем к юго-востоку 120—125°; г) наконец, установлено было отсутствие вулканических бомб в юго-западном секторе кратера.

Вулканические бомбы принимали разнообразную внешнюю форму. Одни из них имели грушевидную форму и были покрыты с поверхности ирризирующей, металлически блестящей, тонкой стекловидной оболочкой. При остывании эта оболочка трескалась и оставляла в трещинах следы растяжения вязкой еще в то время внутренней массы в виде волокноподобных нитей. Бомбы очень пористы и поэтому легки. Диаметр отдельных газовых пузырей в них достигал 2 см, причем пузыри были вытянуты вдоль оси бомбы. Второй тип вулканических бомб имел шаровидную форму. Эти бомбы были значительно плотнее и обладали сильно потрескавшейся поверхностью, причем прослеживалась трещиноватость радиальная, т. е. идущая от центра к периферии, и меридиональная — идущая вдоль бомбы. Внутренняя структура таких бомб неоднородная. В отдельных участках центральной части бомбы наряду с плотным наблюдалось тонкопористое строение.

Следующая разновидность бомб характеризуется вздутыми формами ядра с лохматыми, тонкими краями. Сильное вспенивание массы от выделения водяных паров и газов в момент затвердевания отразилось на поверхности вулканических бомб, придав ей строение, напоминающее войлок. В момент выброса такие бомбы были жидкими, и во время полета с их поверхности, как указывалось выше, отрывались частицы лавы и вытягивались в стеклянные нити, образуя волосы Пеле.

Интересно отметить, что вулканические бомбы извержения 20 февраля 1940 г. отличались грубопористой структурой и почти полным отсутствием крупных кристаллов плагиоклаза, которыми были переполнены бомбы извержения 1932 г.

На схематическом разрезе (рис. 3) по линии *AB* дается внутреннее строение колодецеобразного провала. На этом разрезе видно, что два сообщающихся с очагом расплавленной лавы канала разобщены вулканической пробкой из ранее излившихся лав. От тяжести выжатой лавовой массы, объем которой составлял около 7200 м³, повидимому, произошел разлом восточной, более тонкой части вулканической пробки. В силу своей тяжести она сдвинулась в пластичной среде к западу и закрыла

собой западное жерло. Давление, господствовавшее в то время в вулканическом бассейне, было недостаточно, для того чтобы вытолкнуть вулканическую пробку, вследствие чего доступ лавы из этого жерла на дневную поверхность прекратился. После этого вулканическая деятельность сосредоточилась в восточном жерле.

Во время нашего пребывания в кратере мы наблюдали выбросы газообразных продуктов, которые подымались вверх над кратером при-

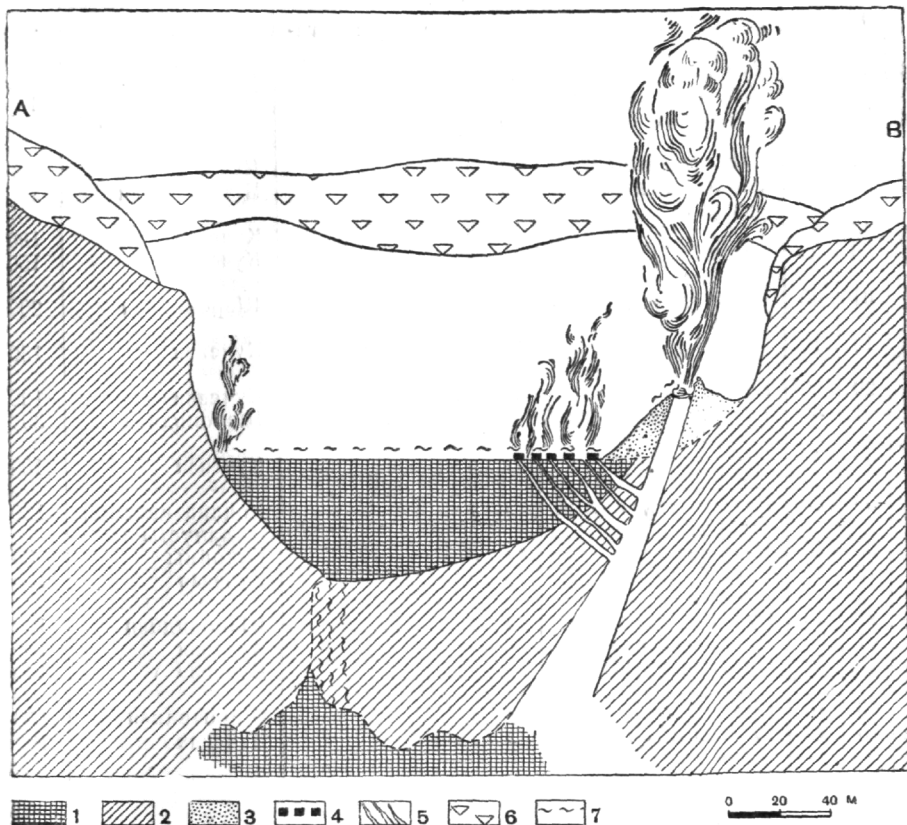


Рис. 3. Схематический гипотетический разрез по линии *АВ* колодецеобразного провала кратера Плоский Толбачик, по состоянию до 20 февраля 1940 г. и гипотетическое представление о состоянии кратера после излияния лавы из западного жерла.

1 - лава, излившаяся 20 февраля 1940 г.; 2 - древние лавовые потоки; 3 - шлаковые новообразования; 4 - возгоны; 5 - трещины; 6 - лежит; 7 - знаки, определяющие состояние кратера до излияния лавы.

близительно на 300 м, а затем сносились порывами ветра к востоку. Взрывы из жерла были непостоянны и повторялись с неодинаковой силой (табл. 1).

Наблюдения в кратере продолжались до 17 часов, после чего мы пошли обратно к лагерю. По крутым склонам, покрытым ледяной коркой снега, было трудно итти, и мы часто скользили вниз. На высоте 2000 и в 18 часов нас застигла сильная пурга. Видимость была 2 м, сила ветра 9 баллов. В этих условиях мы не нашли своих нарт и решили итти дальше вниз до лесной зоны к палатке. Ветер сшибал нас с ног, и мы падали почти каждую минуту. В снежном буране все трое достигли лесной зоны в 0 часов 40 минут 8 марта. Во время кратких остановок мы сильно мерзли и всех клонило ко сну. Чтобы не замерзнуть, мы почти все время

Таблица 1

Характер деятельности Плоского Толбачика

Время			Характер взрыва	Продукты извержения	Форма облаков над кратером	Высота подъема над кратером в метрах
часы	минуты	секунды				
14	15	30	Глухой подземный взрыв	Бодяные пары и газы	Кучевая	200
14	17	10	Гул под вулканом	То же	Шаровидная	150
14	20	40	Приглушенный взрыв	» »	Кучевая	150
14	23	00	Подземный гул	» »	Кочана цветной капусты	150
14	31	15	Гул с раскатом	» »	Кучевая	250
14	39	25	Глухой подземный взрыв	» »	Шаровидная	200
14	43	05	Гул	» »	Кучевая	100
14	55	20	Глухой громовой раскат	» »	Кучевая	150
15	01	45	Гул с глухим треском	Водяные пары, пепел и газы	Шаровидная	200
15	14	10	Приглушенный подземный гул	Газообразные продукты	Кучевая	150
15	29	50	Гул	То же	Кучевая	100
15	41	30	Глухой подземный взрыв	» »	Шаровидная	300
15	54	40	Приглушенный взрыв	» »	Кучевая	150
15	59	00	Глухой глубинный взрыв	» »	Кочана цветной капусты	100
16	05	45	Шипение	» »	Колонны	50
16	13	20	Глухой подземный взрыв	» »	Кучевая	100
16	27	10	Гул	» »	Шаровидная	100
16	41	35	Подземный гул	» »	Кучевая	150
16	48	50	Приглушенный взрыв	» »	Кучевая	100
16	53	15	Гул	» »	Шаровидная	150
16	58	20	Глубинный глухой гул	» »	Кучевая	100

бродили по глубокому снегу в поисках лагеря. Трудно было в эту ночь. Платье наше обледенело, а на узлах завязанных капошонов выросли ледяные сосульки в кулак величиной.

При восхождении в зимних условиях из снаряжения, как правило, нужно, иметь камлейки — легкие матерчатые халаты с капошоном, надеваемые через голову. Они предохраняют от проникновения влаги, защищают от ветра и от промерзания теплой одежды.

В 5 часов мы обнаружили след нартовых лыж, который и привел нас через полчаса в лагерь. Только на второй день, когда пурга стала стихать, удалось спасти оставшихся на высоте 1 600 м изголодавшихся собак.

8, 9 и 10 марта пурга продолжалась, но с меньшей силой. Плоский Толбачик не был виден. В эти дни сильная пурга прошла по всей долине реки Камчатки.

11 и 12 марта вулкан слабо парил из восточной части кратера. Днем 12 марта выделение водяных паров и газов усилилось. Над кратером появились газообразные продукты в виде облаков кучевой формы. Кроме того было отмечено пять взрывов-выбросов с небольшим количеством песка и пепла, а именно: в 12 часов 14 минут, 12 часов 49 минут,

13 часов 17 минут, 13 часов 33 минуты и в 14 часов 05 минут. С 13 по 22 марта вулкан был закрыт облаками.

23, 27 и 28 марта над вершиной Плоского Толбачика слабо выделялись водяные пары и газы. Взрывов-выбросов не происходило.

В начале апреля (4, 6, 8, 9 и 10) вулкан был открыт и слабо выделял водяные пары и газы. Днем 6 апреля и утром 10 было отмечено несколько выбросов газообразных продуктов.

В мае и начале июня Плоский Толбачик извергал только водяные пары и газы. Иногда происходили выбросы вулканических газообразных продуктов на высоту более чем 500 м над кратером.

19 июня в 19 часов вулканическая деятельность была повышенной. Наблюдалась взрывы-выбросы водяных паров и газов, насыщенные пеплом.

20 июня вулкан весь день интенсивно выделял клубы газообразных продуктов белого цвета.

21 июня над вершиной Плоского Толбачика часто появлялись выбросы эксплозионных продуктов. Они создавали кучевые облака над кратером, которые затем сносились западным ветром и рассеивались.

22 июня интенсивно выделялись водяные пары и газы, которые достигали значительной высоты над кратером.

23 и 24 июня вулкан Плоский Толбачик спокойно выделял пары. Газообразные продукты поднимались вверх и быстро рассеивались.

11 июля в 19 часов 20 минут спокойно выделялись водяные пары и газы. Такое состояние вулкана продолжалось целый день. К вечеру деятельность Плоского Толбачика повысилась. Стали интенсивнее выделяться водяные пары и газы. В 23 часа наблюдалось эксплозионное извержение. Над кратером появилось огненно-раскаленное облако с искрящимися частицами, которые быстро gasли. С их погасанием и зарево быстро исчезало.

14 и 16 июля из кратера интенсивно выбрасывались газообразные продукты белого цвета на высоту 1 500 м над кратером.

17 июля в 7 часов вулкан слабо выделял пары. Газообразные продукты вытягивались узкой полосой к западу и рассеивались.

15 августа Плоский Толбачик с утра слабо выделял пары. В 16 часов 30 минут над кратером стали появляться водяные пары и газы, которые слабыми порциями продолжали выделяться до 18 часов 30 минут.

С 16 по 23 августа вершина вулкана была скрыта облаками.

24 августа в 7 часов 30 минут Плоский Толбачик был виден. Над кратером вздымались клубы газообразных продуктов белого цвета. Они периодически, через 1—2 минуты, вылетали из кратера вверх на высоту более 500 м, а затем меняли свою форму и сносились к северо-западу. В 12 часов вершина снова скрылась в облаках.

25 августа в 6 часов 05 минут вулкан был ясно виден. Утром и днем из кратера выделялись малыми порциями водяные пары и газы.

26 августа в 7 часов и в продолжение всего дня Плоский Толбачик не действовал. Быть может, выделение водяных паров и газов было настолько слабое, что они скрывались в колодецеобразном провале-кратере.

27 и 28 августа вулкан был закрыт туманом.

29 августа над кратером наблюдались водяные пары и газы в очень малых количествах. В таком состоянии вулкан находился весь день.

30 августа с 6 часов 15 минут газообразные продукты выделялись из кратера узкой струей и рассеивались. В 17 часов вулкан начал выбрасывать редкие клубы пара и газа. К 18 часам 10 минутам выбросы газообразных продуктов усилились. Они подымались на высоту более 2 000 м над кратером. Взрывы с выделениями большой массы водяного пара и газа повторялись через 1—4 минуты. Газообразные вулканические продук-

ты вытягивались на северо-запад широкой полосой в виде кучевых облаков (рис. 4). В таком деятельном состоянии вулкан оставался до 13 часов 31 августа. После этого он закрылся облаками.

1, 2 и 3 сентября вулкан Плоский Толбачик был закрыт туманом.

4 сентября с 7 часов до 14 часов 20 минут вулкан интенсивно парил. Водяные пары и газы широкой полосой распространялись к северо-западу более чем на 12 км. Иногда (в 8 часов 05 минут, 12 часов 14 ми-

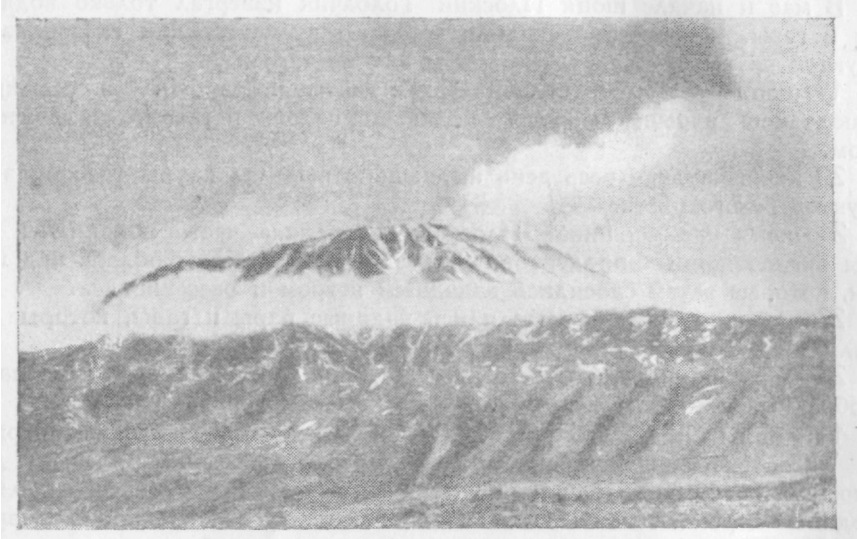


Рис. 4. Вулкан Плоский Толбачик с северо-восточной стороны. Из кратера частые взрывы-выбросы, сопровождающиеся выделениями водяных паров и газов в интервалах через 1—4 мин.

нут и в 13 часов 30 минут) наблюдались взрывы-выбросы слабой силы. При взрывах газообразные продукты редко поднимались вверх до высоты 150—200 м. Клубы пара и газов быстро сносились ветром, образуя общую, без перерывов, длинную полосу газообразных продуктов.

5, 6 и 7 сентября вулкан был закрыт облаками.

По сообщению сотрудника метеорологической станции П. Дементьева из села Козыревска в сентябре днем неоднократно наблюдались взрывные выбросы в виде черных клубов, а изредка и ночью в виде огненных.

Судя по нашим кратким отрывочным наблюдениям, характер вулканической деятельности Плоского Толбачика не подходит к какому-либо определенному типу, так как у него установлены, с одной стороны, взрывные пульсирующие извержения, характерные отчасти для вулканов стромболианского типа, а с другой — спокойные излияния очень жидкой лавы и образование волос Пеле, которые свойственны скорее вулканам гавайского типа. Однако одни эти признаки не дают еще основания для причисления Плоского Толбачика к вулканам гавайского типа, так как в нем нет пока главного, характерного для последнего типа признака — нет лавового озера.

Литература

1. Влодавец В. И., Посещение кратера вулкана Плоский Толбачик 13 августа 1936 г.— Бюлл. Вулканолог. ст. на Камчатке, № 2, 1937.
2. Влодавец В. И., Ключевская группа вулканов.— Труды Камчатской Вулканолог. ст., вып. 1, 1940.

3. Заварицкий А. Н., О вулканах Камчатки.— Камчатский сборник, т. 1, изд. АН СССР, 1940.
4. Кулаков В. С., О деятельности камчатских вулканов.— «Природа», № 8, 1936.
5. Кулаков В. С., Гавайский тип вулканов на Камчатке.— «Природа», № 10, 1936.
6. Попков В. Ф. Телеграмма об извержении вулкана Плоский Толбачик от 20/IV 1940 г.— Бюлл. Вулканолог. ст. на Камчатке, № 10, 1941.
7. Попков В. Ф., Наблюдения за деятельностью вулканов Ключевского и Плоский Толбачик с 1 июля 1939 г. по 1 января 1940 г.— Бюлл. Вулканолог. ст. на Камчатке, № 11 (в печати).
8. Попков В. Ф., Макросейсмические наблюдения в районе вулканов Ключевского и Плоский Толбачик с 3 июня 1939 г. по 1 сентября 1940 г.— Бюлл. Вулканолог. ст. на Камчатке, № 11 (в печати).

