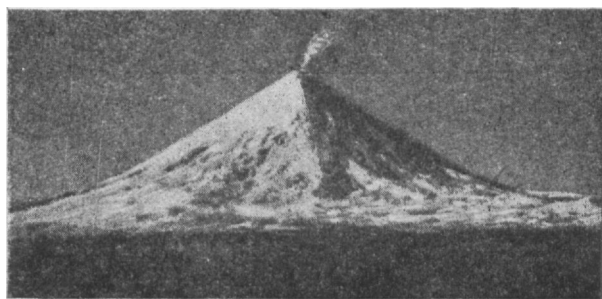


А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
КАМЧАТСКАЯ ВУЛКАНОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

**БЮЛЛЕТЕНЬ
ВУЛКАНОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
НА КАМЧАТКЕ**

№ 12



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА • 1946 • ЛЕНИНГРАД

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
КАМЧАТСКАЯ ВУЛКАНОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

**БЮЛЛЕТЕНЬ
ВУЛКАНОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
НА КАМЧАТКЕ**

№ 12



Главный редактор академик А. Н. Заварицкий

Ответственный редактор В. И. Влодавец



С. П. КРАШЕНИННИКОВ
(родился 18/X 1713 г., умер 25/II 1755 г.)

Посвящается
С. П. КРАШЕНИННИКОВУ

В память двухсотлетия
его работ по исследованию
Камчатки
(1737—1741 гг.)

В. И. ВЛОДАВЕЦ

**ОГНЕДЫШАЩИЕ ГОРЫ КАМЧАТКИ
ПО С. П. КРАШЕНИННИКОВУ**

Ровно 200 лет тому назад закончил свои исследования Камчатки участник Второй Камчатской экспедиции студент Степан Крашенинников, впоследствии ставший адъюнктом Российской Академии Наук.

Четыре года, с 1737 по 1741 г., С. П. Крашенинников пробыл на Камчатке. В течение этого времени он путешествовал по ней, наблюдал различные природные явления и собирал разнообразный материал.

В результате этих исследований им была написана замечательная работа «Описание земли Камчатки», в которой наряду с освещением самых разнообразных вопросов и явлений дано первое описание камчатских вулканов, этих «огнедышащих гор», и высказаны личные соображения по поводу вулканической жизни Камчатки. Конечно, многие из этих высказываний Крашенинникова имеют в настоящее время только историческое значение и приводятся здесь лишь с этой точки зрения.

Описания вулканов и их деятельности даны Крашенинниковым как на основании собственных наблюдений, так и собранных им народных преданий. Среди вулканов Камчатки он различает огнедышащие и курящие, причем, по его словам, «огнедышащих гор на Камчатке три: Авачинская, Толбачинская и Камчатская».

Камчатской горой во времена Крашенинникова называли нынешний Ключевской вулкан. Исторически, да и по значимости в отношении других вулканов и гор Камчатки, а также и по территориальному расположению правильнее было бы сохранить первое название, т. е. Камчатский вулкан, но в русской и иностранной литературе, да и большинство населения называет ныне этот вулкан Ключевским по имени села Ключи, расположенного в 32 км от кратера вулкана, на берегу реки Камчатки. Ключей непосредственно около Ключевского вулкана нет. Ключи, притом холодные, не связанные с вулканической деятельностью, встречаются на дне реки Камчатки.

Однако следует отметить, что старики, коренные камчадалы, иногда и в настоящее время называют Ключевской вулкан Камчатской горой.

Описание Камчатской горы — Ключевского вулкана, данное Крашенинниковым и приводимое ниже, весьма интересно как с точки зрения морфологии вулкана, так и в качестве исторической справки о его деятельности в то время.

«Камчатская гора,—писал он,— не токмо вышеписанных, но и всех, сколько там ни есть, гор выше... Шатер или верхняя часть составляет целую треть вышины ея, а окружность ея на подножье больше трех сот верст. Шатер ея весьма крут и со всех сторон росщелялся вдоль до самого тощого нутра ея. Самой верх ея от часу становится площе, без сомнения для того, что во время пожара жерло по краям осыпается... Дым из верху ея весьма густой идет беспрестанно, но огнем горит она в семь, в восемь и в десять лет: а когда гореть начала, того не запомнят. Пепел

выметывается из ней, по объявлению жителей, на каждой год по два и по три раза, и иногда в таком множестве, что верст на 300 во все стороны земля им на вершек покрывается. Огнем горит она от большей части по неделе и меньше, но иногда и года по три сряду, как то между 1727 и 1731 годами происходило: ибо тогда, как сказывают, исходящее из нея пламя было видимо. Однако во все это время не имели жители такого страха и опасности, как от последнего ея возгорания, которое в 1737 году случилось. Сей ужасный пожар начался сентября 25 числа, и продолжался с неделю, с такою свирепостью, что жители, которые близ горы на рыбном промысле были, ежечасно к смерти готовились, ожидая кончины.

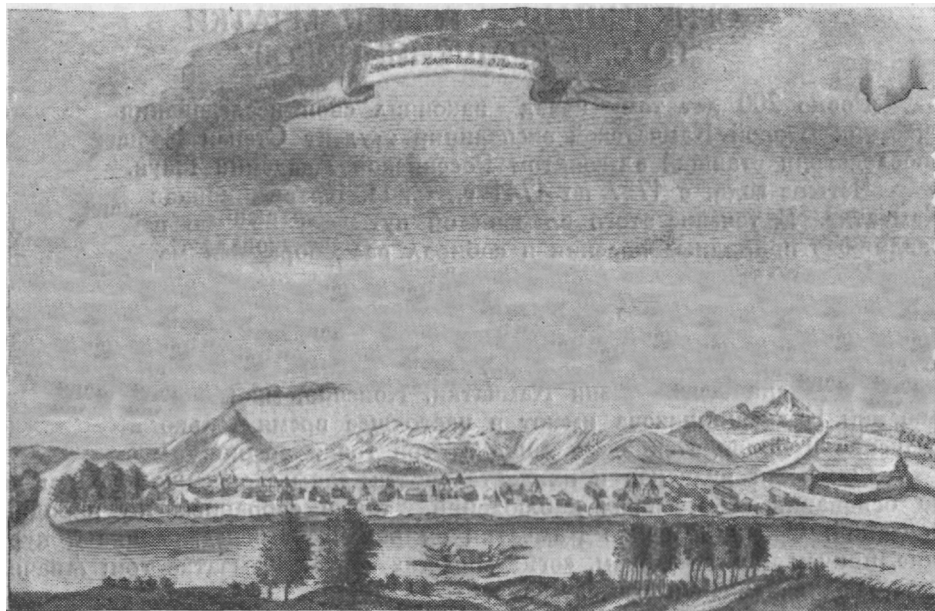


Рис. 1. Вид Ключевского вулкана со стороны Нижнего камчатского острога.

Рисунок из работы С. П. Крашенинникова.

Вся гора казалась раскаленным камнем. Пламя, которое в нутри ея сквозь ращелины было видимо, устремлялось иногда в низ, как огненные реки, с ужасным шумом. В горе слышан был гром, треск и будто сильными мехами раздувание, от которого все ближния места дрожали. Особливой страх был жителям в ночное время: ибо в темноте *все* слышные и виднее было. Конец пожара был обыкновенной, то есть извержение множества пеплу, из которого однако ж немного на землю пало; для того что всю тучу унесло в море. Выметывает же из нея и ноздреватые камение и слитки разных материй, в стекло претворившихся, которых великими кусками по текущему из под ней ручью Биокосю находятся».

В отношении Толбачинского вулкана Крашенинников приводит следующие интересные и важные сведения:

«Толбачинская гора... курится из давних же лет, исперва, как сказывают камчадалы, дым шел из верху ея, но лет за 40 пережежился, а вместо того загорелась она на гребне, которым с другою горою соединяется. Вначале 1739 г. в первой раз выкинуло из того места будто шарик огненной, которым однако весь лес по около лежащим горам выжгло. За шариком выбросило оттудуж как бы облачко, которое, час от часу распространяясь больше на низ опускалось, и покрыло пеплом снег верст на 50 во все стороны».

Если эти описания Крашенинникова сопоставить с явлениями, наблюдавшимися В. Ф. Попковым при извержении Плоского Толбачика 23 сентября 1939 г., во время которого было выброшено огненное облако, переполненное раскаленными рыхлыми вулканическими продуктами, то можно сделать вывод, что подобные явления, повидимому, вообще характерны для деятельности Толбачика или во всяком случае относительно часто возникают во время его извержений.

По описанию Крашенинникова, конечно, трудно судить, к какому типу по классификации Лакруа или другим аналогичным классификациям относится эта деятельность Толбачика, т. е. к раскаленному ли облаку

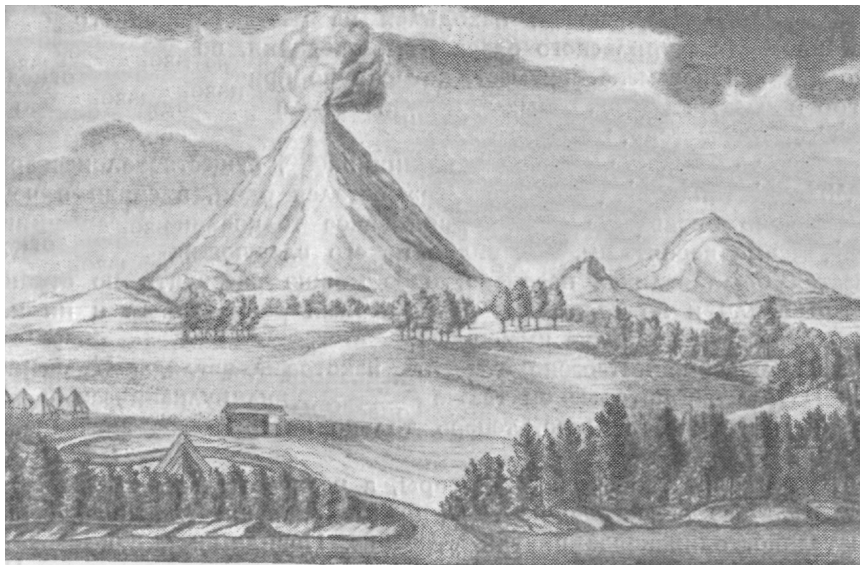


Рис. 2. Ключевской, Средний и Плоский вулканы.

Рисунок из работы С. П. Крашенинникова.

направленного взрыва, к раскаленной туче лавин или, наконец, к раскаленным облакам вулканических эксплозий, но во всяком случае можно считать (так как «шарик огненный» устремился вниз по склону и выжег лес), что более вероятными являются первый или последний типы. Повидимому, аналогичное явление наблюдалось и при извержении Ключевского вулкана в сентябре 1737 г., когда «пламя... устремлялось иногда в низ, как огненные реки, с ужасным шумом».

Таким образом, подобный характер извержения наблюдался и среди других камчатских вулканов.

Вышеприведенное сообщение Крашенинникова свидетельствует, кроме того, о перемещении центра извержений на Толбачике. Толбачинская гора состоит из конусообразного потухшего вулкана, называемого Острый Толбачик, и плоского куполообразного действующего вулкана — Плоского Толбачика. Надо полагать, судя по этому сообщению, что Острый Толбачик перестал действовать сравнительно недавно.

Об Авачинском вулкане мы находим у Крашенинникова следующие строки:

«Помянутая гора из давних лет курится беспрестанно, но огнем горит временно. Самое страшное ее возгорание было в 1737 г., по объявлению камчадалов в летнее время, а в котором месяце и числе, того они сказать не умели; однакож оно продолжалось не более суток, а окончи-

лось извержением великой тучи пеплу, которым около лежащая места на вершок покрыты были».

Кроме упомянутых вулканов, Крашенинников отмечает еще Жупановскую сопку, которая «на верху в разных местах курится из давних лет и временами гремит, токмо огнем не горит», а также «много огнедышащих гор и далее Камчатки реки к северу, из которых иные токмо курятся, а иные огнем горят».

Жупановская сопка действительно является действующим вулканом, что же касается огнедышащих гор, расположенных к северу от реки Камчатки, то в настоящее время, за исключением Швелуча, там об их действии ничего не известно.

О вулканах Швелуч и Алаид Крашенинников сообщает, что, по народному преданию, первый находился на месте Кроноцкого озера, а второй на месте Курильского озера. Эти предания, по его мнению, говорят «о древней перемене сих мест, которая по причине многих огнедышащих гор и частых преужасных трясений земли и наводнений и по ныне не редко примечается».

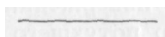
В частности Швелуч, по Крашениникову, существовал исстари, но благодаря «потоплению окольных гор» остался один, в связи с чем его могли считать вновь образовавшимся. Такое толкование Крашенинников считает весьма вероятным, как видно из его следующих строк: «Чтож в тех местах была великая перемена, оное можно рассудить по странному виду той земли и по горам аки бы клочьями разметанным и ни какого между собою соединения не имеющим».

В заключение интересно отметить некоторые взгляды Крашениникова и Штеллера, которые он также приводит, на вулканическую жизнь Камчатки, имеющие, конечно, теперь только историческое значение. Они полагали:

1. Что горят лишь одинокие горы, а не хребты гор.
2. Что все огнедышащие горы имеют снаружи одинаковый вид и, следовательно, одинаковое внутри строение. Повидимому, существует какая-то связь между внешним их видом и внутренним содержанием. Внешний вид вулканов как будто придает «некоторую силу» к образованию горящих материй и к началу извержений.
3. На вершинах всех потухших вулканов находятся моря или озера, поэтому «рассуждать можно, что как горы выгорели до самой подошвы, то водяные проходы отворились и заняли полое место: и сие служить может к истолкованию возгорания гор и горячности теплых вод».

Далее Крашенинников считает, что Камчатка, судя по частым землетрясениям, «земными пещерами и горючими материалами наполнена», которые могут произвести на земле «своим возгоранием и внутренним движением великую перемену».

Причиной возгорания Штеллер считает «подземные проходы из моря, которыми соленая вода к горючим рудам подходит и возжигает их.»



А. А. МЕНЯЙЛОВ

ЦУНАМИ В УСТЬ-КАМЧАТСКОМ РАЙОНЕ

Цунами (tsunami), или морские валы, вызванные землетрясением, вернее моретрясением, принадлежат к сильнейшим разрушительным видам сейсмических явлений, заслуживающим выделения из ряда обычных землетрясений и более точного изучения их характера и всех возможных их последствий в каждом районе. До сих пор описанию камчатских цунами уделялось мало внимания, и даже одно из самых значительных на Камчатке по силе разрушения — цунами 1923 г. — не получило должной оценки и отражения в специальной литературе. Так, например, в работах последних лет, в «Кратком очерке сейсмичности Камчатского полуострова» (Горшков и Попов [2]), а затем в «Каталоге землетрясений на территории СССР» (Попов [13]) об этом явлении совсем не упоминается. Между тем оно сохранилось в памяти старожилов Усть-Камчатска и вспоминается ими всегда как страшное стихийное бедствие.

Такие грозные явления на Камчатке, повидимому, не часты. Сильнейшее цунами, притом первое, о котором до нас дошли сведения, произошло 17 октября 1737 г. в южной части Камчатки и получило освещение в записях С. П. Крашенинникова [4]. Описание это настолько яркое и выразительное, что и по сие время может служить образцом изложения подобных событий.

«Учинился на море ужасный шум и волнение,— писал Крашенинников,— и вдруг взвилась на берега вода в высоту сажени на три, которая, не мало не стояв, сбегала в море и удалилась от берегов на знатное расстояние. Потом вторично земля всколебалась, воды прибыло против прежнего, но при отлиии столь далеко она сбегала, что моря видеть невозможно было ...В некоторых местах луга покрылись холмами, в других поля превратились в заливы».

Цунами 1923 г. описано под свежим впечатлением пережитого в ряде заметок П. Новограбленова, тогда же им опубликованных. Следуя сообщениям этого автора, мы имеем возможность воспроизвести во всех деталях события, сопровождавшие это интересное сейсмическое явление. В своем изложении мы будем следовать не хронологическим датам напечатания Новограбленовым своих сообщений, а историческому ходу развертывания событий, имея своей задачей охватить в своем изложении весь район действия цунами в 1923 г. Кроме данных этого автора, мы привлекли в качестве дополнительного материала и другие источники.

«Катастрофе, происшедшей 14 апреля 1923 г. в районе Усть-Камчатска,— сообщал Новограбленов [11],— предшествовал довольно значительный период, резко определившийся землетрясением 5 февраля 1923 г. и продолжавшийся таким образом приблизительно два с половиной месяца, выражаясь в толчках разной силы и длительности. Почти каждому толчку предшествовал подземный гул».

В другом месте у того же автора [7] мы находим следующие строки, посвященные этому событию:

«Около 3 часов ночи 4 февраля 1923 г. три волны бросились на сушу восточного побережья Камчатки одна за другой, сорвали прибрежный лед (припай толщиной в сажень), перебросились вместе с ним через береговую косу, залили низкие места. Лед на низком месте около Семячика оказался выброшенным почти на 1 версту 400 саж. от берега; на возвышенностях лед остался на 3-х саженной высоте над уровнем моря. В мало населенных пунктах восточного побережья это небывалое явление причинило некоторый вред и разрушения, погибло двое детей (в Островной). Была паника у жителей».

В той же заметке автор дополнительно сообщил, что «...во время первых колебаний февральских землетрясений на море образовались волны, хлынувшие на прибрежную полосу. Волн было отмечено три, поступательное их движение на сушу было на протяжении приблизительно 450 верст — от Халактырки до Усть-Камчатска; высота этих волн была около 3 саженей... Землетрясение простиралось по линии не более 130 верст при незначительной глубине фокуса».

Уже «...в районе с. Тигиль наблюдались очень редкие и весьма слабые, почти не приметные колебания почвы» [7].

В районе бухты Колыгирь то же, вероятно, явление протекало, по сообщению Новограбленоза [10], следующим образом:

«... февраля в 3 ч. ночи в районе пос. Колыгирь произошло сильное землетрясение, при этом в течение 10 минут дно бухты Колыгирь обнажилось и морская вода отступила от берега на две версты. Спустя несколько мгновений дно бухты вновь опустилось и вода со страшной силой и шумом бросилась на берег.

Поселок Колыгирь не был затоплен валом воды исключительно потому, что берег, с лежавшим на нем снегом, возвышался на 4 сажени над уровнем моря.

Вся вода бросилась в устье реки, загромодив ее льдинами, и до весны нельзя было выяснить причиненных бедствий.

Теперь установлено, что все плавающие средства поломаны: заготовленная рыба в количестве 15 000, а также 500 пуд. соли унесены; кошка на протяжении 3-х верст завалена песком, русло реки изменилось, причем уровень реки значительно повысился, что произошло, повидимому, от понижения почвы.

Подземные гулы и легкие толчки слышны в пос. Колыгирь и сейчас» (т. е. еще и в июле 1923 г.— *Ред.*).

Дальнейшие сведения Новограбленова относятся уже к апрелю 1923 г.

«Катастрофа 14 апреля 1923 г.,— писал он,— началась в третьем часу ночи весьма сильным толчком (по шкале Фореля—пять с половиной баллов), продолжавшимся несколько секунд и произведшим значительные повреждения в жилищах. Спустя 15 минут послышался с моря сильный шум, казалось, что море устремилось на сушу. Самый сильный шум был слышен со стороны юго-запада или правее реки Камчатки, считая по течению. Когда же шум надвигавшегося стихийно на сушу моря достиг своего апогея, со стороны косы, где находились постройки нерпичьего речного участка, послышался ужасный треск и грохот рушившихся построек. После этого шум стал постепенно уменьшаться.

На рассвете в дымке синеватого тумана изумленному взору представала ужасная картина: коса оказалась совершенно чистой от построек, которые были, очевидно, смыты и снесены гигантской волной: на том месте, где был Нерпичий завод, виднелась лишь какая-то бесформенная груда; здание же, где находилась радиостанция, уцелело.

Юго-западную часть селения постигла та же участь: некоторые дома были снесены волной до основания, другие полуразрушены, третьи

залиты водой. Вообще эта часть селения представляла довольно безотрад- ную картину разрушения.

Люди, жившие там, стали покидать селение лишь тогда, когда при- близился шум моря, вернее надвигавшаяся волна, и стали перебегать в среднюю часть селения, ища безопасности. На рассвете же оказалось, что лед на реке был разломан и воды в самой реке было очень много, веро- ятно от волн, перекинутых через косу с моря. Река местами выходила из берегов, начиная с устья и кончая Банной речкой. В то же время наблю-

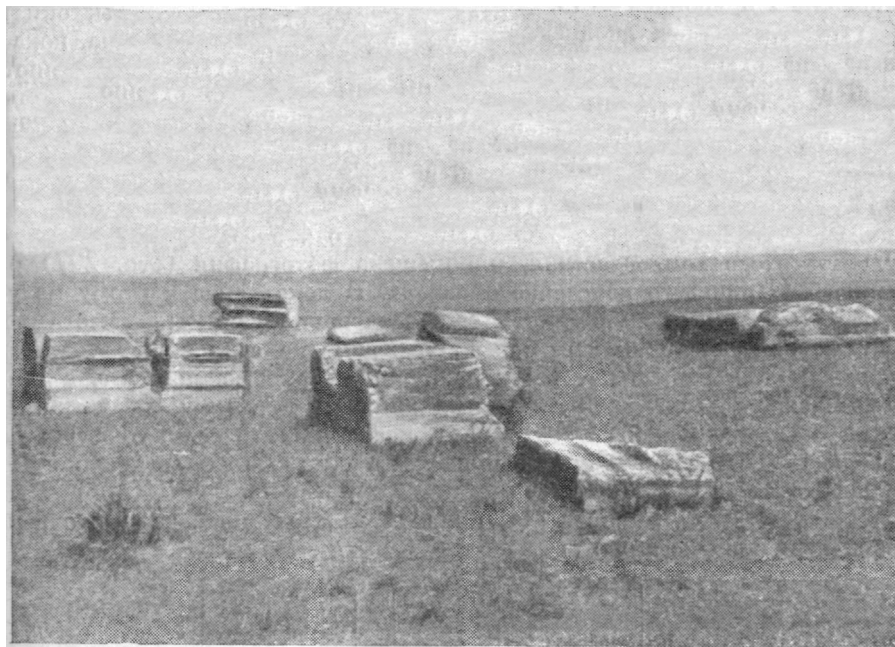


Рис.1. Руины завода Дембо, результат цунами 1923 г.

Фото Гаврусевич.

далось сильное течение с моря в реку, особенно в Озерную протоку и даже в самое Нерпичье озеро.

Спустя некоторое время вода из реки возвращалась обратно в море. В указанной последовательности описываемое явление прилива и отлива воды в реке продолжалось значительное время. Наконец, течение реки по- бороло приток воды с моря и река постепенно стала приходить в свое нормальное состояние.

Судьба же остальных заводов (Цуцуми и Ничеро) была неизвестна. Последствия катастрофы 14 апреля ужасны. В юго-западной части поселения Усть-Камчатска разрушено: домов — 6, амбаров, ледников и коптилок — 12; полуразрушено домов — 9. Погибло животных: коров — 2, собак — 17 и свиней — 26, а также погибло и пришло в полную негодность: оружие, рыболовные принадлежности (невода, сети и лодки), одежда, обувь, домашняя утварь, ценности (деньги и пушнина). Общая сумма убытков пострадавшего населения исчисляется в 58 408 р. 95 к. зол. Пострадавших оказалось: мужчин — 45, женщин — 25 и детей — 48.

Убытки рыбопромышленных фирм: А. Г. Дембо и Акционерного о-ва «Хокуйю», выразившиеся в гибели Нерпичьего консервного завода, всех построек нерпичьего речного участка, промыслового магазина и двух товарных складов, также в значительных повреждениях нового

консервного завода, определяются приблизительно в два миллиона рублей.

Убытки Акционерного о-ва «Ничито-Гио-Гио», выразившиеся в гибели двух консервных заводов: первого, находившегося на 10-й версте на запад от устья, и второго под камнем (в 30 верстах от устья на запад) вместе с плавучими средствами исчисляются приблизительно в 3 миллиона рублей. Таким образом, общая сумма убытков Усть-Камчатского района от катастрофы 14 апреля выражается внушительной цифрой более 5 млн. руб. Не обошлось и без человеческих жертв. Погибло русских 5 человек, китайцев — 5 и японцев — 13.

По словам двух японцев, спасшихся от катастрофы, они в течение 8 дней скитались по залитой водой тундре без пищи и сна, пока случайно не набрали на селение Березовый Яр, где им оказан был приют и медицинская помощь. На их глазах погиб их спутник повар-японец. По их рассказам они бежали $2\frac{1}{2}$ версты от настигавшей их воды, которая с огромным шумом медленно двигалась вперед; спаслись японцы благодаря глубокому снегу, который задерживал волну» [11].

В статье К. И. Воронова [1] говорится о 4 заводах, разрушенных в результате этого землетрясения, и помещена фотография (стр. 297) разрушенного Нерпичьего консервного завода. В дополнение к этому из устных сообщений можно упомянуть еще следующие данные: высота волн достигала 11 м, были унесены деревянные дома на тундру, котел от завода и катер (или же баржа) были выброшены на высокий берег, а несгораемый шкаф с деньгами и соболями шкурами — в реку Камчатку. Последний был обнаружен спустя 3 года, когда на него сел катер. По реке Камчатке плыли мешки муки. Разрушений в селе было больше близ реки, а дальше от нее их было меньше.

В статье А. С. Уланова [14] приводятся следующие данные о вышеуказанных землетрясениях:

Название местности	Год	Месяц и число	Часы	Сила землетрясения по шкале		Примечания
				Росси- фореля	Меркалли- Канкани	
Петропавловск и Колыгирь	1923	3 февраля	15 ч. 45 м.	7	6	Сопровождалось извержением Ка- рымского вулка- на На о. Беринга была волна 4 м. Усилилась ночью
Район Усть-Кам- чатска и о. Бе- ринга	1923	13 апреля	Утром			
Усть-Камчатск	1923	13 апреля	15 ч. 30 м.	8	7	
Усть-Камчатск	1923	14 апреля	16 ч. 30 м.	—	—	

Из данных Уланова видно, что волна 13—14 апреля была и на о. Беринга, но более низкая, чем в Усть-Камчатске. Поэтому можно предположить, что эпицентр находился в районе между о. Беринга и Усть-Камчатском, ближе к последнему. Сила этого сейсмического вала по четырехбалльной шкале А. Зиберга может быть оценена для цунами 1923 г. в IV балла. По данным Д. И. Мушкетова [6], «землетрясение на Камчатке с февраля по апрель 1923 г. выразилось 195 толчками».

Следует еще отметить цунами при ноябрьском землетрясении 1936 г. По нашим данным [5], во время землетрясения с полночи 13 ноября до утра 14 ноября на Усть-Камчатской кошке наблюдались волны 13-метровой высоты. 15 ноября после 3-минутного непрерывного горизонтального раскачивания почвы и последующих редких раскачиваний образовалась на море зыбь силой до 9 баллов. Временами волны касались домов, стоящих в 100—150 м от берега, и даже передвинули на 10 м надворную постройку. Сила землетрясения оценивается в III балла.

Гутенберг [3] разделяет цунами на дислокационные и вулканические. Какова же природа цунами 1923 г. на Камчатке?

Новограбленов [7] февральское землетрясение первоначально ставил в связь с извержениями вулканов Карымского и Кизимен; позже, как увидим ниже, он резко изменил это мнение. Судя по приведенным описаниям, февральское «землетрясение простиралось» по северо-восточной линии длиной в 140 км и распространилось фронтом на 700 км, а апрельское одновременно смыло три завода, расположенных по побережью на расстоянии 32 км. Следовательно, эти сейсмические морские валы 1923 г. имели источником линии или зоны, несомненно дислокационного происхождения.

Позднейшие высказывания Новограбленова [8, 9] о пробуждении вулканов Желтовского, Юрьевского, Дзензурского (Игоревского) и Кроноцкого, а также об усилении деятельности вулканов Карымского, Кизимен и Толбачинского в результате февральского землетрясения вполне вероятны, по аналогии с усилением деятельности Ключевского вулкана в результате ноябрьского 1936 г. тектонического землетрясения. Таким образом, это лишний раз подтверждает зависимость основных этапов вулканической деятельности от тектонических сил.

Л и т е р а т у р а

1. Воронов К. И., Рыбоконсервная промышленность на Дальнем Востоке.— Сб. «Рыбные и пушные богатства Дальнего Востока», изд. Научпромбюро Дальрыб-охоты, 1923.
2. Горшков Г. П. и Попов В. В., Краткий очерк сейсмичности Камчатского полуострова.— Бюлл. Вулканол. ст., 1938, № 4.
3. Гутенберг, Странствие земли, 1935.
4. Крашенинников С., Описание земли Камчатки, т. I, 1786.
5. Меньяйлов А. А. Ноябрьские землетрясения 1936 г. на Камчатке.— Бюлл. Вулканол. ст., 1938, № 3.
6. Мушкетов Д. И., Основы геологии, ОНТИ, 1932.
7. Новограбленов П., Февральское землетрясение 1923 г.— «Полярная Звезда», 1923, № 46.
8. Егоров, Извержение Желтовской сопки.— «Полярная Звезда», 1923, № 49.
9. Егоров, Наши вулканы.— «Полярная Звезда». 1923, № 52.
10. Егоров, О землетрясении в бухте Колыгирь.— «Полярная Звезда». 1923, № 79.
11. Егоров, Землетрясение в Усть-Камчатке 14 апреля 1923 г.— «Полярная Звезда», 1923, № 94.
12. Егоров, Каталог вулканов Камчатки.— Изв. РГО, 1932, 64, вып. 1.
13. Попов В. В., Каталог землетрясений на территории СССР.— Тр. Сейсм. инст. АН СССР, 1939, вып. 2.
14. Уланов А. С., К материалам по сейсмологии Дальнего Востока.— Изв. ДВГО, 1931. вып. I.

С. И. НАБОКО

О ВОДЕ В ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТАХ БИЛЮКАЯ

В газах и продуктах сублимации вулканов обычно встречается вполне определенная группа веществ, но количественные отношения между элементами меняются у одного и того же вулкана, в зависимости от периодов его извержения, вплоть даже до полного исчезновения одних элементов и появления других, ранее не отмеченных.

Все сказанное как нельзя лучше подтверждается составом газов и продуктов сублимации Ключевского вулкана и его побочных кратеров. В состав их газообразных продуктов в период извержения 1937—1938 г. входили: HCl , SO_2 , CO_2 , CO , H_2O , H_2S , NH_3 , CH_4 ; F , H_2 , O_2 , N_2 , Ar , Kr , Xe , Ne , He .

В сублиматах на лавовом потоке побочного кратера Билюкая в период того же извержения химическим и спектральным анализами был определен 41 элемент. Для наглядности они размещены в таблице, причем элементы, обозначенные курсивом, установлены в газе, а напечатанные жирным шрифтом — в сублиматах (табл. 1).

Таблица 1

Элементы газов и сублиматов Ключевского вулкана

0	I	II	III	IV	V	VI	VII	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	H									Be	B	<i>C</i>	<i>N</i>	<i>O</i>	<i>F</i>	
<i>Ne</i>	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	<i>Ar</i>	K	Ca		Ti	V	Cr	Mn	Fe, Co, Ni
	Ca		Ga				Br	<i>Kr</i>		Sr		Zr		Mo		
	Ag			Sn			J	<i>Xe</i>		Ba						
		Hg		Pb	Bi											

Несмотря на такое разнообразие состава, определяющими анионами для Билюкая при извержении 1938 г. являлись Cl и F , а катионами NH_3 , Na , Fe , Al , Mg , Ca . Сочетание этих элементов друг с другом плюс вода определяло всю минералогию сублиматов Билюкая.

Основной составной частью газов, выделяющихся из кратера Билюкая во время извержения и из застывающего лавового потока, являются пары воды. Одно время в литературе было распространено воззрение, что вода в магме диссоциирована на свободные H и O . Но, как отметил

В. И. Вернадский, все указания на ювенильный свободный кислород вулканических выделений сомнительны. До настоящего времени в литературе нет твердо установившегося взгляда на происхождение воды в магме. Некоторые исследователи считают магму безводной, другие считают всю воду газовых струй вулканов ювенильной, и, наконец, третьи полагают, что глубинный источник воды для объяснения всего выделяющегося из нуклеуса ее количества недостаточен и что часть воды, повидимому, атмосферного происхождения.

Не разбирая в данный момент вопросов о том, как вообще вода попадает в магму, на основании данных наблюдений над извержением Билиюкая можно считать твердо установленным лишь то, что вода действительно в магме содержится и что во время пароксизмов она является в газообразных продуктах одним из преобладающих компонентов.

Доказательством этого может служить, во-первых, то, что во время сильного извержения газ, выделяющийся из Основного жерла, вначале совершенно прозрачен и невидим и только выше собирается в белые клубы; во-вторых, в газовом столбе в ясные дни хорошо видны радуги; наконец, из дымового столба, поднимавшегося из жерла Соседа, выпадали влажный песок и капли воды.

Кроме этих косвенных доказательств, в подтверждение сказанного можно привести еще ряд фактов и, в частности, то, что во всех фумаролах, независимо от температуры, в том числе и в фумаролах с температурой выше 500° , определена вода в количествах до 100 мг на литр газа. Больше того, в пробе газа из текущей лавы, имевшей температуру около 800° , химиком И. З. Ивановым было установлено наличие 1000 мг воды на литр газа. К этому надо добавить, что в вулканическом песке, представляющем в данном извержении распыленную магму, находилось до 1% воды.

Интересным является вопрос о влиянии атмосферных осадков на количество воды в газовых струях, выделяющихся из лавы.

Аллен и Зайс для фумарол Долины десяти тысяч дымов (США), содержащих свыше 99% паров воды, подметили некоторую связь между количеством выпадающих атмосферных осадков и количеством воды, выбрасываемой фумаролами.

Такой связи в фумаролах лавового потока Билиюкая, однако, ни разу не наблюдалось. Правда, все лавовое поле после дождей обычно бывало похоже на молочную реку в связи с происходившим энергичным испарением дождевой воды, но в газе, выделяющемся из трещин, т. е. из более глубоких частей лавового потока, количество воды оставалось всегда приблизительно постоянным.

Остановимся на наблюдениях, проводившихся в июле — августе 1938 г. В продолжение месяца при различных атмосферных условиях в одной и той же фумароле определялись количества воды и кислой части в выделяющемся газе. Фумарола была выбрана в лавовом потоке первой порции, излившейся в феврале 1938 г. и застывшей настолько, что уже не происходило движения. Температура фумаролы равнялась 250° , преобладающими минералами были нашатырь и молезит.

Газ улавливали воронкой диаметром в 50 см, которая была установлена на месяц. Чтобы уменьшить приток воздуха, воронка и трещины в лаве в окружности фумаролы были засыпаны песком. 10 л газа с помощью аспиратора пропускались через трубки, из которых в одной был фосфорный ангидрид для улавливания паров воды, в другой — натронная известь с едкой щелочью для улавливания кислой части из газовой смеси. По разнице веса трубок до взятия и после взятия пробы определяли количество воды и кислой части. Таким методом было взято 14 проб газа (табл. 2).

Отношение H_2O к HCl в газах фумаролы

Время взятия пробы	Температура воздуха в °C	Давление воздуха в мм ртутного столба	Характеристика погоды		Температура фумаролы в °C	H_2O в мг на 1 л газа	HCl и др. в мг на 1 л газа	Отношение $\text{H}_2\text{O} : \text{HCl}$
			первая половина дня	вторая половина дня				
14/VII	22	687	Ясно	Пасмурно	200	42.6	27.1	1.6 : 1
16/VII	22	689	Ясно		210	45.8	22.3	2 : 1
23/VII	16	688	Ясно после ночного дождя		188	22.2	10.1	2.2 : 1
24/VII	15	691	Пасмурно	Облачно	200	24.6	12.5	2 : 1
26/VII	11	688	Дождь	Пасмурно	200	13.6	19.6	1 : 1
28/VII	10	688	Дождь		187	15.3	14.7	1 : 1
31/VII	15	690	Слегка облачно		233	20.9	10.7	2 : 1
6/VIII	24	688	Моросит дождь		240	40.8	22.2	1.9 : 1
7/VIII	8.5	690	После сильного ночного дождя		212	42.9	24.8	1.7 : 1
8/VIII	12.5	692	Ясно	Облачно	232	21.7	10.6	2 : 1
9/VIII	—	—	Пасмурно		234	28.8	11.6	2.4 : 1
10/VIII	11.5	688	Моросит дождь		240	23.2	26.6	1 : 1
12/VIII	14.5	690	Пасмурно		246	33.7	18.4	1.8 : 1
14/VIII	10.5	680	Слегка облачно		250	29.9	15.0	2 : 1

Абсолютные значения количества воды в разных пробах колебались обычно от 15 до 46 мг на 1 л газа, а кислой части — от 10 до 27 мг на 1 л. При различных абсолютных значениях оказалось, что отношения количества воды к кислой части в общем сохранялись, равняясь приблизительно 2 (за исключением 3 проб из 14, где это отношение было 1:1). Количества воды и кислой части зависели от того, насколько вулканический газ загрязнен воздухом, но соотношение между ними всегда сохранялось, и это говорит о некотором постоянстве состава вулканического газа за небольшой промежуток времени.

Из данных табл. 2 видно, что количество воды в глубоководной фумароле не зависело от атмосферных осадков. И в ясные солнечные дни, когда, вероятно, влажность была минимальной, и в пасмурные дни, с повышенной влажностью, и, наконец, в дождливые дни и в дни после дождей это соотношение приблизительно всегда сохранялось, и не наблюдалось резких скачков в количествах воды, которые должны были бы иметь место, если бы атмосферные осадки проникали до более глубоких частей изливающегося лавового потока.



Б. И. ПИЙП

О РАСКАЛЕННЫХ АГГЛОМЕРАТОВЫХ ПОТОКАХ АВАЧИ И О ТИПЕ ИЗВЕРЖЕНИЙ ЭТОГО ВУЛКАНА

Во время последней активности Авачи¹ в 1938 г. пароксизмальные фазы деятельности этого вулкана характеризовались излиянием на склоны конуса огромного количества раскаленного рыхлого материала (Меняйлов [3], Пийп [7]). Наблюдатели, видевшие извержения из Петропавловска, описывали эти огненные потоки как излияния жидкой лавы. Аналогичная картина наблюдалась, судя по описаниям очевидцев, и во время прошлых извержений вулкана, когда также полагали, что масса извергнутого рыхлого материала была огненно-жидкой лавой. Позднейший осмотр склонов вулкана, произведенный лицами, наблюдавшими извержение в 1926 г., когда особенно много изливалось раскаленного материала, не подтвердил наличия на склонах конуса потоков жидкой лавы. Не было найдено потоков лавы и после величественных извержений весной 1938 г.

Картину излияния этого раскаленного материала можно иллюстрировать выдержками из описания прошлых извержений Авачи. В кратких и выразительных словах об извержении вулкана в 1901 г. сообщает А. Сильницкий [9].

«...Эффектную картину представляла Авачинская сопка ночью, когда по ее поверхности, от жерла кратера и до подошвы, лились огненные потоки лавы. Эти огненные потоки, то широкие, подобно реке, то узкие, подобно ручейку, бороздили сопку по всем направлениям и освещали каким-то невиданным светом могучую Авачу и ее еще более могучую соседку, Корякскую сопку...».

Похожую картину видел и П. Т. Новограбленов [4] вечером 4 апреля 1926 г.:

«...Вдруг из жерла кратера взвился фонтан красно-синего пламени,— писал он.— Вслед за фонтаном пламени полилась лава буквально сплошным морем огня на склоны конуса; дойдя до его середины, сплошная огненная шапка лавы стала разрываться по краю и скатываться вниз красными глыбами... Сплошной покров из лавы делал вулкан похожим на раскаленную докрасна гору...»

Судя по описаниям В. Н. Тюшова (Маргаритов [2]) и Б. В. Перфильева [6], сходные явления наблюдались и при извержениях Авачи в 1895 и в 1909 гг.

Наблюдения П. Т. Новограбленова в 1926—1927 гг. и А. Н. Трошина с Г. А. Дягилевым в 1926 г., а также исследования автора в 1938 г. [7] показали, что подобного рода раскаленный материал был твердым в момент извержения.

Новограбленов сообщает, что извергнутый раскаленный материал отложился в виде многочисленных «лапиллевых потоков», которые состоя-

¹Строение вулкана Авача было детально изучено акад. А. Н. Заварицким в 1931 г. [1].

ли из лапилли, вулканического песка и пепла. «Лапилли» были от 2 до 14 см, чаще всего около 6 см в поперечнике. Спустя три дня после извержения потоки были еще теплыми, поверхность их слегка парила, и чувствовался «сернистый и хлористый запах». То же самое наблюдалось и после извержений в 1938 г. А. А. Меняйлов, побывавший на вулкане 28 марта 1938 г., спустя 20 дней после извержения, вынес впечатление, что «..сообщения о больших лавовых потоках не соответствуют действительности. На самом деле это были сильные бомбовые лавины и мощные грязевые потоки».

Рыхлые отложения этого сорта, которые я назвал раскаленными аггломератовыми потоками, были подробно осмотрены мною осенью 1938 г. [7]. В преобладающей массе они состояли из кусков шлаков, лапилли и вулканического песка. Куски шлаков в среднем имели поперечник около 20 см, реже до 50 см. Это были округлые комки пузыристой лавы, не имевшие признаков вулканических бомб. Реже встречались потоки, которые были образованы из песка и обломков старых лав. Потоки были еще теплыми во время моих наблюдений в середине и конце сентября 1938 г., т. е. спустя месяц после вероятного извержения¹ этого материала.

Поверхность их слабо парила, местами были видны струйки теплого пара. Раскапывая песок, можно было сплошь и рядом установить на глубине около 30 см температуру до 60—70°. Крупнообломочный же материал был уже совершенно холодным. Выходивший из потоков пар запаха не имел — это, повидимому, был водяной пар, возможно с примесью углекислоты, который очевидно представлял возгонявшуюся атмосферную влагу, полученную потоками в виде дождя и снега. Остывание потоков шло довольно медленно, судя по тому, что, несмотря на частые в сентябре снегопады, которые покрыли соседние отроги вулкана уже толстым слоем зимнего снега, поверхность потоков оставалась свободной от него. Окончательно остыли потоки в начале октября, когда они быстро стали заноситься снегом и вскоре оказались похороненными под ним.

Ноябрьское пароксизмальное извержение Авачи, происшедшее уже после моего отъезда с Камчатки, доставило вновь большое количество раскаленных аггломератовых потоков. Этот материал, как и во время предыдущих пароксизмальных извержений, изливался преимущественно на южную половину поверхности конуса. На этот раз вероятно особенно много потоков излилось по направлению к подошве соммы Монастырь, где в узком распадке между нею и склоном деятельного конуса раскаленный рыхлый материал задержался и сгрудился в виде мощного нагромождения. Потоки, изливавшиеся в вершину Халахтырской сухой реки, в течение нескольких дней после извержения продолжали «дымить» и выбрасывать струйки газов и пара, а мощное накопление горячей аггломератовой массы у подножья Монастыря образовало отдушину, из которой, как из кратера, вырывались огромные желтовато-серые облака вероятно еще очень горячих газов и паров. Последние своей формой цветной капусты и сосредоточенным пунктом выделения, повидимому, очень были похожи на картину деятельности паразитного кратера. Экскурсанты из Петропавловска, посетившие Авачу сразу же после извержения, так и объясняли себе это явление. Деятельность этого «паразита», надо думать, была недолговечной.

Интересно сравнить авачинские раскаленные аггломератовые потоки с похожими образованиями других вулканов. Примеры, естественно, надо искать среди тех вулканов, которые доставляют такие же, как на Аваче, вязкие и богатые газом сильновзрывчатые лавы. С извержениями таких

¹ По сообщениям жителей с. Халахтырки и Петропавловского леспромпхоза, не-большое извержение с излияниями раскаленного материала имело место 2 сентября.

вулканов, как мы знаем, связаны явления близкие или одинаковые с раскаленными тучами типа Пеле.

Образования, похожие на наши раскаленные аггломератовые потоки, наблюдали в 1902 г. Anderson и Flett [11, 12] на вулканах Суфриер (о. Сен-Винсен) и Мон-Пеле (о. Мартиника). При извержении Суфриера 7 и 18 мая 1902 г. в долины и распадки южной половины вулкана было извергнуто огромное количество горячего рыхлого материала, который был причиной гибели около 1 100 человек. Материал состоял из вулканического песка, черных шлаковатых лапилли и бомб и обломков старых лав разнообразного состава. Песка в этой массе было около 90%, а лапилли с поперечником до 5 см составляли не более 3%. Часто встречался также древесный уголь, который представлял остатки богатой тропической растительности, покрывавшей до извержения склоны вулкана. Отложения имели мощность в долинах до 60 м, а на берегу моря, в 4,5—5 км от кратера,— от 1,5 до 12 м. В них нельзя было установить следов слоистости или преобладания более крупных и тяжелых обломков внизу. Спустя месяц после извержения эти отложения были еще настолько горячими, что конец палки, воткнутый на несколько дюймов в песок, через минуту или две так сильно нагревался, что его нельзя было удержать в руке. Кое-где с поверхности этой массы поднимались струйки паров, которых становилось особенно много после выпадения дождей. Вырывавшиеся с *силой* пары в ряде мест приводили к образованию кратеров с поперечником от 2,5 до 18 м и глубиной до 2,5 м. Иногда столб паров из таких кратеров поднимался на высоту до 600 м (наблюдался в пункте, удаленном от кратера вулкана на 6 км). Подобного рода отложения были образованы и при извержении Мон-Пеле, но материал здесь был более грубым и его было значительно меньше.

Anderson и Flett пришли к заключению, что необыкновенно мощные отложения такого очень тонкого и весьма горячего материала не могли накопиться в результате падения с воздуха — они должны были представлять продукты мгновенного действия. Основываясь на показаниях очевидцев извержения Суфриера 7 и 18 мая 1902 г. и на собственных наблюдениях извержения Мон-Пеле 9 июля 1902 г., которое было тождественным извержению Суфриера, упомянутые исследователи пришли к заключению, что горячий рыхлый материал излился из кратера в виде раскаленной лавины пепла, песка и камней. «Смесь пепла и газов была настолько тяжелой, что она двигалась по склонам наподобие речного потока, придерживаясь тальвегов долин, пользуясь всегда наиболее крутыми спусками и пренебрегая препятствиями и неровностями почвы». Черные, тяжело нагруженные пеплом облака, которые сопровождали излияние, Anderson и Flett рассматривали как верхнюю, более легкую фракцию катившейся стремительно вниз раскаленной лавины.

Более подробно извержения Мон-Пеле в 1902—1903 гг. изучил A. Lacroix [15], который своим исчерпывающим описанием сделал широко известным этот тип вулканической активности. Для этих извержений были весьма характерны раскаленные тучи (*nuees ardentes*), которые вырывались с вершины вулкана и, не поднимаясь, как обычно, вверх, а стремительно опускаясь вниз по склонам, клубились и по мере удаления от кратера быстро росли в высоту; боковые контуры их при этом оставались четкими и более или менее отвесными. Они неслись вниз со скоростью до 150 м в секунду и подымались вверх до высоты 4 000 м. Эти тучи, состоявшие из газов и твердых частиц разнообразных размеров (от пепла до громадных глыб), в момент выхода из вулкана были раскаленными до белого каления. Одна из них 8 мая 1902 г. разрушила город Сен-Пьер и мгновенно убила 30 000 жителей его.

Отложения этих туч располагались несимметрично к окружности

вулкана, благодаря чему создавались весьма мощные накопления, приуроченные большей частью к долинам рек. Мощность их была от 100 м у выхода тучи до 15 м на расстоянии 6 км от вершины вулкана. Отложения представляли хаотическую смесь обломков разнообразной величины от тонкого слоя пепла до глыб в несколько кубических метров; количество больших глыб, по мере удаления от вершины, заметно уменьшалось. Горячие газы, содержащиеся в этом материале, выделялись в отдельных пунктах в виде вторичных фумарол; температура последних, в зависимости от мощности отложения, могла держаться высокой в течение многих месяцев. Отложения состояли главным образом из нового материала: пористых и стекловатых частиц дацитовых лав. В отложениях тучи 8 мая было много пемзы, а также обломков старых лав, оторванных от стенок кратера. Довольно распространенным среди этого материала был также древесный уголь, как в отложениях Сен-Винсена, возникший за счет уничтожения извержением богатой тропической растительности.

Такой была фактическая сторона извержения Мон-Пеле в тот период, когда вырывались самые мощные и смертоносные раскаленные тучи. Lacroix согласен, что с внешней стороны картина извержения была похожа на ту, которую описали Anderson и Flett, но он считает, что механизм явления здесь был иной. В противоположность Anderson и Flett он делает различие между извержениями Суфриера на Сен-Винсене и Мон-Пеле. Для Мон-Пеле происхождение раскаленных туч он ставит в связь с появлением в кратере вулкана пологого, бескратерного купола вязкой лавы. По мере накопления газов под этим куполом последний разламывался, и из трещин в нем вырывались в виде наклонных или почти горизонтальных выстрелов газы и частички лавы, которые давали начало нисходящей раскаленной туче. Этот тип тучи он впоследствии назвал «пелейской тучей направленного взрыва» (*nuee peleeenne d'explosion dirigee*) (Lacroix, 1930). К концу активного периода, когда происходило только увеличение купола и выжимание из него знаменитого лавового обелиска, сила косых взрывов стала ослабевать, и тогда наблюдались иного рода раскаленные тучи. Lacroix [16] называет их «раскаленными тучами лавин» (*nuees ardentes d'avalanche*). В этом случае большей частью происходило «своего рода разбухание магмы, почти полностью затвердевшей», в результате чего создавались лавины с поднимающимися из них тучами, которые были похожи на явление, наблюдавшееся Anderson и Flett 9 июля 1902 г. Раскаленные тучи, которые были характерны для извержения Суфриера на Сен-Винсене, Lacroix называет «раскаленными тучами вулканических эксплозий» (*nuees ardentes d'explosions vulcaniennes*). Он полагает, что они возникали на дне глубокого кратера, как в Суфриере, в результате не особенно сильных взрывов, которые в форме сноповидных пучков выбрасывали поверх края кратера эмульсию из раскаленных частиц лавы и пара.

Извержения яванских вулканов Клут в 1919 г. и особенно Мерапи в 1920 и 1930 гг. дали материал для нового обсуждения (преимущественно голландскими вулканологами) природы явлений *nuees ardentes*.

Вулкан Клут по характеру извержения, а также по форме горы и кратера, заполненного озером, был похож на Суфриер Сен-Винсена (Escher [13, 14]). Так же как и на Суфриере, кратерное озеро было здесь сперва опустошено эксплозиями, а затем произошли выбросы вровень с краем кратера лавин раскаленного рыхлого материала. Lacroix [16] считает, что извержение Клута отличалось от извержений Суфриера только тем, что грязевой поток был здесь более опустошительным, а отложения раскаленных туч незначительными.

Извержения Мерапи более походили на деятельность Мон-Пеле в 1902—1903 гг., так как и здесь в кратере происходило медленное выпя-

чивание твердой лавовой пробки (Escher [13, 14]). Характерной особенностью извержений этого вулкана было появление на его склонах лавин раскаленного рыхлого материала. Например, Neumann van Padang так описывает картину деятельности Мерапи 25 ноября 1930 г.:

«Весь западный склон Мерапи был охвачен большой массой огня... Падающие глыбы лавы спускались большими скачками вдоль склона.. который состоял из песка и пепла; последние при ударах лавовых глыб подбрасывались вверх в виде облаков пепла... Можно было ясно видеть, особенно ночью, как глыбы лавы взрывались на куски. Дождь искр вспыхивал по всем направлениям».

Достаточно наглядно изобразил деятельность Мерапи яванский художник Raden Saleh в двух картинах, показывающих вулкан днем и ночью во время его извержения в 1865 г. В. G. Escher [13], который воспроизвел в своей статье красочные репродукции этих картин, полагает, что художник правильно передал особенности извержения Мерапи. На этих картинах особенно эффективен вид Мерапи ночью, когда весь конус его залит огненным покровом раскаленного рыхлого материала. Этот вид огненного конуса невольно напоминает, судя по сообщениям очевидцев, такое же состояние Авачи во время извержений ее, по крайней мере в 1901, 1926 и 1938 гг.

Раскаленные лавины Мерапи (Escher [13]) весьма напоминали лавины Суфриера, описанные Anderson и Flett. Это были такие же, подобные тяжелой жидкости, очень подвижные суспензии раскаленных лавовых частиц и горячего газа, которые возникали в кратере в результате не особенно сильных взрывов и по мере стремительного движения вниз по склонам измельчались в тонкий песок.

Neumann van Padang сообщил об одном наблюдении, иллюстрирующем, насколько были богаты газом лавины Мерапи. Утром 18 декабря 1930 г. в одну из долин западного склона вулкана ринулась громадная лавина пылающе-горячего вулканического песка. Здесь, в 6 км от кратера, на высоте 50 м над руслом долины, находился наблюдательный пункт Марон. Он был разрушен хлынувшей поверх него лавиной, которая имела, таким образом, мощность не менее 50 м. Во второй половине дня, после того как много газа выделилось, поверхность лавины опустилась на 20 м.

Извержение этой лавины и всех других, наблюдавшихся на Мерапи, сопровождалось раскаленными облаками. Лицами, изучавшими деятельность Мерапи, различно объясняется природа этих раскаленных облаков. Одни видели в них типичные *puees ardentes*, происшедшие в результате косых эксплозий, тем более, что и здесь, как и на Мон-Пеле, существовала лавовая пробка, выступавшая поверх кратера (Escher [13, 14]). Другие, наоборот, считали, что раскаленные тучи подымались из лавин, т. е. являлись только следствием их. Kemmerling, отстаивающий такое происхождение раскаленных туч Мерапи, утверждает даже, имея в виду сходство извержений этого вулкана с Мон-Пеле, что Lacrdix был неправ в своем объяснении явлений *puees ardentes* во время извержений Мон-Пеле в 1902—1903 гг. (Escher [13]). Escher, отметив, что трудно судить до более тщательных исследований этих явлений, кто прав — Lacrdix или Kemmerling, в отношении природы извержений Мерапи стал на компромиссную точку зрения: он допускает, что при извержениях Мерапи имели место и типичные *puees ardentes*, происшедшие в результате косых взрывов, и раскаленные лавины с сопутствующими горячими облаками, вызванные искрошением лавовой пробки (Escher [13]).

В своей классификации центральных извержений на основании вязкости лавы и газового давления в магме Escher [14] различает три типа вулканической активности, характеризующихся явлениями *puees ardentes*.

Все они имеют место в вулканах, доставляющих взгкие, сильно взрывчатые лавы. Извержения типа Мерапи (в 1920 и 1930 гг.), с раскаленными лавинами, с *nuees ardentes* и с выпиранием лавовой пробки в кратере, происходят при низком газовом давлении в магме, т. е. из очень неглубокой магматической камеры. Извержения типа Сен-Винсен (Суфриер на Сен-Винсене в 1902 г. и Клут в 1919 г.), с умеренным газовым давлением в магме, образуют раскаленные тучи в результате вертикальных эксплозий. Извержения типа Пеле (Мон-Пеле в 1902—1903 г. и Мерапи в 1930 г.?) происходят из глубокого магматического очага при высоком

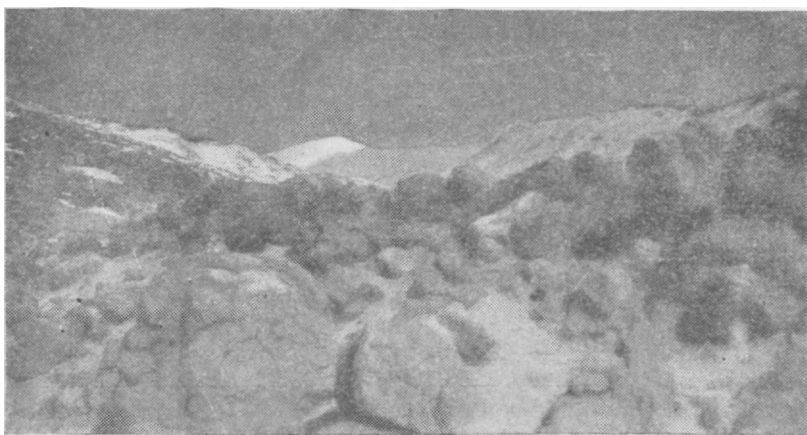


Рис. 1. Поверхность аггломератового потока извержения 1938 г.

газовом давлении; образуется лавовая пробка и *nuees ardentes* в результате косых или горизонтальных взрывов.

Извержения *nuees ardentes* особенно подробно изучил F. Perret [17] во время новой активности Мон-Пеле в 1929—1932 гг. Он пришел к выводу, что явления *nuees ardentes* охватывают непрерывный ряд форм и действий, в зависимости от содержания газов в лаве и стадии активности — от раскаленной тучи типа той, которая уничтожила Сен-Пьер в 1902 г., и кончая простым потоком из глыб лавы и вулканического песка. В понятие собственно *nuee ardente* он вкладывает то же содержание, что и Lacroix, но при этом оттеняет и новое, которое состоит в том, что раскаленная туча сама является источником эксплозии. Автоэксплозионная способность *nuee ardente*, по мнению Perret, вызывается существованием в туче очень горячих лавовых частиц с высоким содержанием газа; последний, расширяясь со скоростью эксплозии, вызывает и стремительное движение тучи вниз по склонам, и рост ее в высоту по мере удаления от кратера.

В накоплениях рыхлого материала вида срединной морены, которые оставляла после себя *nuee ardente*, Perret наблюдал борозды, отвечавшие направлению движения тучи. Наличие этих борозд указывает, по мнению Perret, на автоэксплозионную природу тучи и на преобладание, в итоге ее деятельности, эрозии над отложением. Раскаленный поток из глыб лавы и пепла — другой конечный продукт ряда явлений *nuees ardentes* — образуется в результате выталкивания рыхлого материала (лавы, бедной газом) непосредственно из кратера. По длине он редко превосходит 2—3 км, т. е. является обычно более коротким, чем нормальный поток. Пепел и песок, содержащиеся в нем, быстро вымываются, и, таким образом, он

часто наблюдается в виде чисто глыбового потока. Поразительной особенностью последних является одинаковый размер слагающих их обломков.

Из приведенного обзора продуктов извержений, близких к типу Пеле, видно, что раскаленные агломератовые потоки Авачи следует считать родственными лавинам Суфриера на Сен-Винсене, Мон-Пеле и Мерапи. Так же как и последние, они в момент извержения были раскаленными, а после отложения оставались еще долго горячими и продолжали выделять пары и газы. По величине обломков материал наших потоков, образовавшихся в 1938 г., напоминал отложения Мерапи и отчасти Мон-Пеле, но



Рис. 2. Боковая и нижняя часть агломератового потока извержения 1827 г.

по одинаковым размерам крупных частиц они скорее соответствовали потокам глыб типа тех, которые, согласно Perret, отвечали крайним ослабевшим формам явления *pnee ardente*. Мощность наших потоков в 1938 г. была незначительной (рис. 1), не более 1—1,5 м, и только в тех местах, где потоки скапливались, образуя нагромождения, быть может, создавались отложения, напоминавшие по мощности покров лавин Суфриера, Мон-Пеле и Мерапи. К таким следует отнести упомянутое выше скопление горячей, рыхлой массы у подошвы соммы Монастырь, откуда вырывались высокие клубы пара и газов, совершенно так же, как это имело место на поверхности лавин Суфриера и Мон-Пеле после их отложения.

В связи с явлениями возгонов пара и газов с поверхности таких агломератовых образований нельзя не упомянуть об одном из наблюдений А. Постельса, сделанном им в долине Халахтырской сухой реки спустя три месяца после сильного извержения Авачи в 1827 г. [8]. Здесь, на расстоянии около 7—8 км от вершины вулкана (судя по приведенному автором рисунку), он обнаружил мощное отложение гооачей, рыхлой массы, имевшей температуру от 87,5 до 100° и выше, на поверхности которой было много небольших конических возвышений, расщелин и воронкообразных углублений, откуда поднимались столбы «дыма, распространявшего крепкий серный запах». Воронкообразные углубления с поперечником до

4,5 м, окруженные концентрическими трещинами, судя по описанию и рисунку, весьма напоминали такие же образования на поверхности лавин Суфриера и Мон-Пеле.

Старые обломочные отложения, несомненно те, из которых только и могли выходить виденные Постельсом пары и газы, были осмотрены мною в 1938 г. [7]. Это было хаотическое нагромождение глыб, лавы и вулканического песка, затянутое по долине Сухой реки и имевшее мощность менее 7,5—8 м (рис. 2 и 3). Глыбы, то угловатые, то более или не менее округлые, обтертые, размерами до 1 м в поперечнике, были образованы

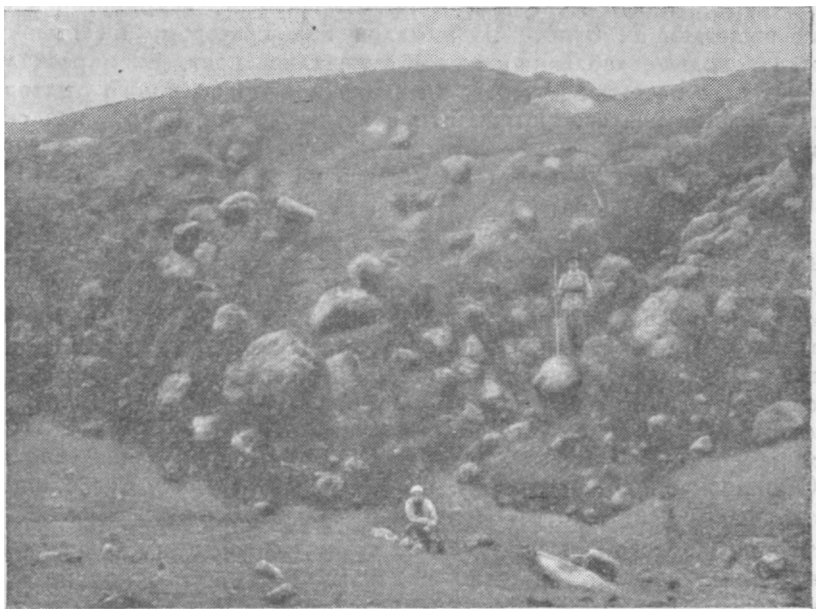


Рис. 3. Внутренняя часть аггломератового потока извержения 1827 г.

из одинакового по окраске и составу, слегка пористого пироксенового андезита. В основании этой слабо сцементированной рыхлой массы, в полосе «а» (рис. 2) мощностью около 1,5—2 м, преобладали вулканический песок и небольшие лапилли; на поверхности ее, местами выступавшей среди позднейших рыхлых отложений, были видны глыбы того же андезита, но заметно покрасневшие. Отложения, которые подстилали рассматриваемую массу, были тоже обломочные, но они состояли из более светлых андезитов, разнообразных по составу и текстуре. Последние в зоне до 1 м от контакта (всюду резкого) были ясно окрашены в краснато-бурый цвет, причем покраснению подверглись не только песчанистый цемент, но и сами обломки («б», рис. 2). Такое покраснение материала как на поверхности, так и в подстилающей его рыхлой толще, несомненно было связано обжигу и не могло быть обусловлено горячим грязевым потоком, богатым водой.

Несомненно также, что здесь имело место воздействие раскаленного аггломератового потока, похожего на те, которые наблюдались во время извержений Авачи в 1938 г.

Таким образом, можно считать, что раскаленные аггломератовые потоки уже в давнее время характеризовали извержения Авачи. Весьма возможно, что образование их происходило и до 1827 г. Во всяком случае часть аггломератового материала, слагающего вместе с лавовыми по-

токами верхний покров деятельного конуса Авачи, во многих местах нг-поминает отложения такого рода.

К какому же типу вулканической активности принадлежали извержения, во время которых доставлялись эти раскаленные рыхлые массы?

Деятельность Авачи в 1938 г., судя по сообщениям очевидцев и, частично, по моим личным наблюдениям, характеризовалась тремя пароксизмальными извержениями, которые начинались и завершались продолжительной деятельностью кратерных бокк [7]. Пароксизмальные извержения представляли серию гигантских взрывов и длительных выдуваний насыщенных пеплом магматических газов, черный пиниеобразный столб которых, испещренный молниями и прорезываемый искрящимися фейерверками вылетающих бомб, поднимался над кратером на высоту до 4—5 км. Периоды ослабления взрывов отмечались появлением раскаленных аггломератовых потоков, которые внезапно в виде огненного наводнения заливали склоны конуса. Потоки эти в зимнее время, когда на склонах вулкана лежал мощный пласт снега, вызывали разрушительные грязевые лавины. Одна из них 28 марта пронеслась на расстояние до 18 км от кратера, уничтожив по пути густой березовый лес, успевший вырасти на такой же грязевой лавине в течение последних 110 лет. После кульминационных извержений активность вулкана вновь сводилась к деятельности кратерных бокк: ритмически из кратера происходили выбросы белых облаков пара и газов, высотой до 300—500 м, нередко с пеплом, а иногда и с раскаленными бомбами. Такой деятельностью бокк, постепенно усиливавшейся, начался активный период Авачи, и в такой же форме, с постепенно убывающей интенсивностью, он закончился. Излияние вязкого лавового потока (типа Аа), длиной около 1 400 м, было кратковременным и спокойным эпизодом в общей эксплозионной деятельности вулкана. Оно произошло 4 сентября, вскоре после вспышки небольшой активности, напоминавшей отчасти пароксизмальное.

Из приведенного описания видно, что активный цикл Авачи в 1938 г. не может быть отнесен в целом к какому-нибудь определенному типу вулканических извержений. Здесь имеются особенности нескольких классификационных типов. В пароксизмальных извержениях и факте излияния лавового потока ясно определяется тип активности Вулкано, но появление при этом большого количества раскаленных аггломератовых потоков заставляет видеть здесь, хотя и в слабой форме, извержение типа Суфриера на Сен-Винсене и, отчасти, яванскую Мерапи. Активность же между кульминационными извержениями была весьма близка к типу деятельности Стромболи.

Выше приводились некоторые данные, на основании которых можно было заключить, что раскаленные аггломератовые потоки изливались и при прошлых извержениях Авачи. Исходя из этого, а также из рассказов очевидцев, можно считать, что и общий характер активных циклов Авачи в прошлом был таким же, как и в 1938 г.

Место, которое занимает тип активности Авачи среди других известных форм вулканической деятельности, можно наглядно иллюстрировать качественной диаграммой-схемой, изображенной на рис. 4. Условными компонентами в этой диаграмме приняты типы извержений Мон-Пеле, Вулкано и Гавайи, характеризующиеся каждый, помимо внешних форм деятельности, определенной степенью вязкости лавы и определенным газовым давлением магмы. Тип извержений Авачи находит себе место на диаграмме как промежуточное звено в непрерывной цепи явлений: Мон-Пеле — Мерапи — Суфриер — Вулкано.

О механизме образования раскаленных аггломератовых излияний из открытых кратеров типа Сен-Винсена высказывался ряд соображений. Anderson и Fiett считали, что раскаленные лавины Сен-Винсена появились

тогда, когда выводное отверстие кратера полностью очистилось в результате предшествующих кульминационному извержению эксплозий и выступила свежая, богатая газом лава. От внезапного расширения газов эта лава, вследствие уменьшения давления, раздроблялась и вместе с газом давала эмульсию, которая, переполнив кратер, выливалась отсюда в виде лавины. Lascoix [16] полагал, что такая смесь газов и лавовых частиц должна была быть выкинута относительно слабыми взрывами вулканско-го типа поверх края кратера. Escher [14] видит причину появления раскаленных лавин в образовании на дне кратера корки вязкой лавы, которая взрывалась на мелкие частички, когда давление газов под ней достигало надлежащей силы, причем материал ее вместе с газами выбрасывался короткими взрывами через кратерный гребень.

В отношении раскаленных аггломератовых потоков Авачи было указано, что они появлялись в периоды ослабления взрывов кульминационных извержений. Здесь во время длительного действия этих извержений не было условий, благоприятствующих

образованию корки вязкой лавы на дне кратера. Более правдоподобными для нашего случая кажутся представления Anderson и Flett, а также Lascoix. Повидимому, в кратер Авачи периодически поступали порции лавы с неодинаковым газовым давлением. Одни из них, с высоким газовым давлением, выбрасывались высоко вверх по форме вулканских эксплозий, тогда как другие, с более низким газовым давлением, раздробившись и вспенившись, выливались из кратера в виде раскаленных лавин, состоящих из шлака, песка и газов.

Излияния аггломератовых потоков Авачи никто вблизи не наблюдал, поэтому мы не знаем, сопровождалась ли эти потоки явлениями хотя бы несколько похожими на те темные или раскаленные тучи, о которых говорилось выше. Картина излияния наблюдалась обычно из Петропавловска, в 30 км от вулкана, чаще всего ночью, когда нельзя было не заметить огненно-красного свечения на склонах конуса. Днем же разного рода облака, и черные и белые, на склонах вулкана, вероятно, мало привлекали внимания. Можно думать, что облака газов и твердых частиц, быть может только в виде стелющихся клубов «дыма», здесь все же должны были сопровождать излияния. Днем, издалека, они не создавали эффектной, запоминающейся картины, так как размеры их несомненно были незначительными, как и сами потоки, а ночью они, быть может, были раскаленными, и тогда нельзя было отличить их от светящихся потоков.

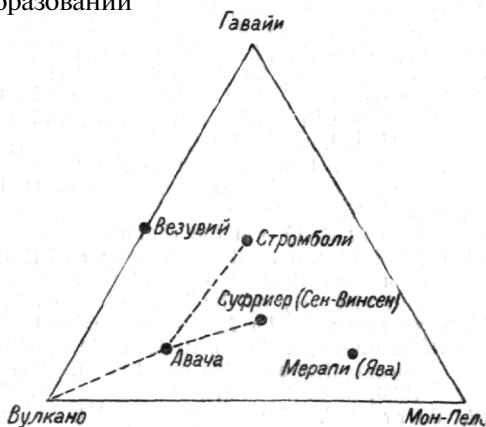


Рис. 4. Качественная диаграмма типов извержений.

Л и т е р а т у р а

1. Заварицкий А. Н., Вулкан Авача на Камчатке и его состояние летом 1931 г.— Тр. ЦНИГРИ, 1935, вып. 35.
2. Маргаритов В., Камчатка и ея обитатели.— Зап. Приамурск. отдела Русск. геогр. общ. 1899, 5, вып. 1.
3. Меньяйлов А. А. Извержение вулкана Авача в 1938 г.— Бюлл. Камчатск. вулканолог. ст., 1939, № 6.

4. Нов ограбленов П. Т., Извержение Авачинского вулкана в 1926 г.—Изв. Русск. геогр. общ., 1926, 63, вып. 2.
5. Его же, Камчатская хроника.— Изв. Русск. геогр. общ., 1927, 59, вып. 2.
6. Перфильев Б. В., Два восхождения на Авачинскую сопку.— Изв. Русск. геогр. общ., 1912, 48, вып. 1—5.
7. Пийп Б. И., Извержение вулкана Авача на Камчатке в 1938 г.—Бюлл Камчатск. вулканолог. ст. 1941, № 10.
8. Путешествие вокруг света на военном шлюпе Сенявине в 1826, 1827, 1828 и 1829 годах флота капитана Федора Литке. Часть 3, составл. А. Постельсом, СПб. 1836.
9. Сильницкий А., Поездки в северные округа Приморской области.— Зап. Примурск. отдела Русск. геогр. общ., 1902, 6, вып. 1.
10. Трошин А. Н. и Дягилев Г. А. Извержение Авачинского вулкана.—«Природа», 1926. № 9—10.
11. Anderson T. a. Flett J. S., Preliminary Report on the Recent Eruption of the Soufriere in St. Vincent, and of a Visit to Mont Pelee, in Martinique — Proc Roy Soc. of London, 1902, 70.
12. Report on the Eruption of the Soufriere, in St. Vincent, in 1902, and on a Visit to Montagne Pelee, in Martinique. Part I. — Philos. Transact. Roy. Soc. of London Serie A, 1903, 200.
13. Escher B. G. On the character of the Merapi eruption in Central Java — Leidsche Geologhche Mededeelingen, DI. 3, Afl. 4. 1929.
14. On a classification of central eruptions according to gas pressure of the magma and viscosity of the lava.— Leidsche Geologische Mededeelingen, DI. 6, Afl. I. 1933
15. Lacroix A., La Montagne Pelee et ses eruptions. Paris, 1904.
16. Remarques sur les materiaux de projection des volcans et sur la genese des roches pyroclastiques qu'ils constituent.— Livre Jubilaire Soc. Geol. de France 1830—1930. 2. Paris. 1930.
17. Perret F., The eruption of Mt. Pelee 1929-1930. Carnegie Inst. of Washington, 1935. Цитирую по реферату Н. Reck в Zeitschr. f. Vulkanologie, 1937, v. 17, H. 3.



В. Ф. ПОПКОВ

О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БИЛЮКАЯ В 1938—1939 гг.

В 2 часа ночи 7 февраля 1938 г. на восточном склоне Ключевского вулкана прорвался побочный кратер Билюкай. С первых же дней извержения у этого кратера стал образовываться конус из шлака, бомб, лапилли, песка и пепла. За короткое время, с 7 февраля по 24 апреля 1938 г., конус его вырос в высоту на 110 м. Одновременно с эксплозионной деятельностью из его бокового жерла излился лавовый поток и распространился к северо-востоку на 6 км, как об этом сообщали А. А. Меняйлов и С. И. Набоко [2]. Дальнейшая его деятельность, по сообщениям С. И. Набоко [3], характеризовалась сильными взрывами, сопровождавшимися выбросами раздробленного материала, из двух жерл: Основного — в центре и Соседа — в западной части конуса. Из Соседа выбрасывались бомбы базальтового состава с плотной текстурой, а из Основного жерла — бомбы того же состава, но шлакового облика. Из третьего, так называемого Лавового жерла, спокойно и беспрерывно изливалась жидкая базальтовая лава.

В предлагаемом очерке описываются эпизодические наблюдения с 1 ноября 1938 г. по 1 октября 1939 г. над дальнейшим развитием и затем прекращением вулканической деятельности Билюкай. Предметом наблюдений автора послужили существенные изменения в строении конуса, в скорости полета бомб, в скорости течения лавы, в температуре лавы, в протяженности излившихся лавовых потоков, во взаимном перекрывании их и в других явлениях.

Кроме автора статьи в полевой работе принимали участие химик И. З. Иванов и рабочий С. П. Романов.

Конус Билюкай имел правильную форму в южном, западном и северном секторах со склонами в 30° к горизонту. Вершина его была косо усечена. Восточный и юго-восточный края кратера несколько возвышались над северо-западным. Северо-восточный склон конуса имел значительный изгиб (вогнутость), направленный к центральной оси конуса.

На высоте 90 м от подножья, в изгибе конуса, образовался кратер излияния с постоянно действующим лавовым жерлом (рис. 1). Вокруг этого жерла, подобно столовой возвышенности, вытянутой к северо-востоку, простирались нагромождения плотной и шлаковой лавы со склонами в $18\text{--}20^\circ$ к горизонту. Между кратером Основным, откуда происходили взрывы, и кратером излияния находилась седловина, которая разобщала, на первый взгляд, кратеры на самостоятельные центры извержения (рис. 2). Северо-западный и западный склон конуса имели ровную поверхность из сыпучего материала. Юго-восточный и восточный склоны были опоясаны воротником, сложенным из шлаковых обломков, лапилли и песка. Воротник со склонами от 35 до 38° к горизонту венчался на 90-метровой горизонтали от подножья узкой площадкой, которая непосредственно примыкала к телу конуса. Нарастивание такой своеобразной формы являлось следствием наклона канала вулкана и связанного с этим направ-

ления полета бомб. Эксплозионные выбросы по каналу, наклоненному к востоко-юго-востоку, летели с большей силой в том же направлении, и затем, в соответствии с их траекторией, осыпали юго-восточный и восточ-

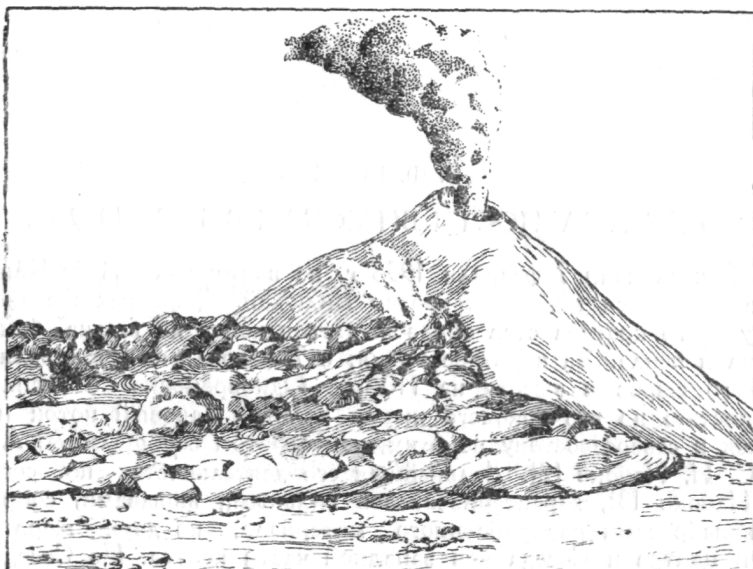


Рис. 1. Северо-восточный склон побочного вулкана Билуюка.
В изгибе расположено Лавовое жерло.

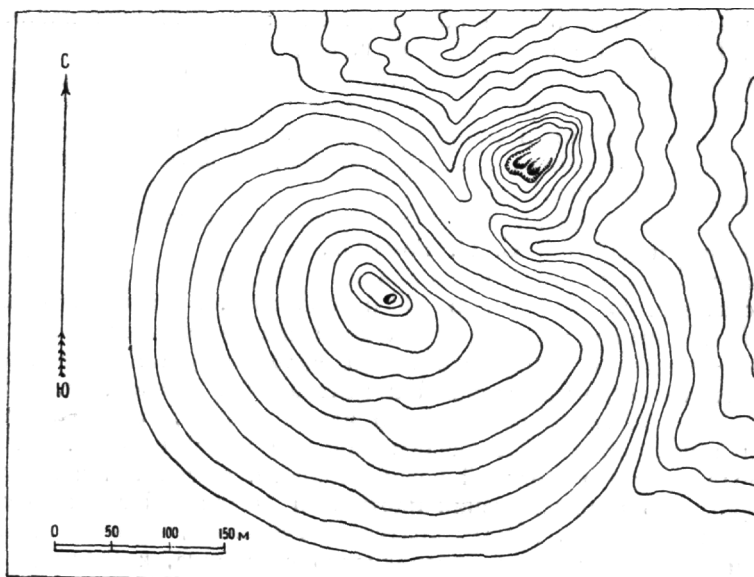


Рис. 2. Схематический план конуса Билуюка. От Основного кратера на северо-восток находится Лавовое жерло.

ный склоны конуса. Пространство между жерлом и местом падения обломков на юго-восточном склоне конуса являлось в большей своей части как бы мертвым пространством (рис. 3).

На усеченной вершине конуса был расположен кратер взрыва с од-

ним жерлом, из которого почти непрерывно извергались водяные пары и газы, переполненные рыхлыми вулканическими продуктами.

Вулканическая деятельность Билуюка в конце октября и в начале ноября 1938 г. характеризовалась частыми энергичными взрывами и выбросами из Основного кратера и большими излияниями лавы из Лавового жерла. В октябре 1938 г. над Основным кратером постоянно вздымалось черное облако, озаряемое по ночам красным светом. В некоторые дни (это было 12, 20, 25 и 29 ноября) газообразные и рыхлые продукты взлетали на заметно меньшую высоту (150—300 м) над кратером, но

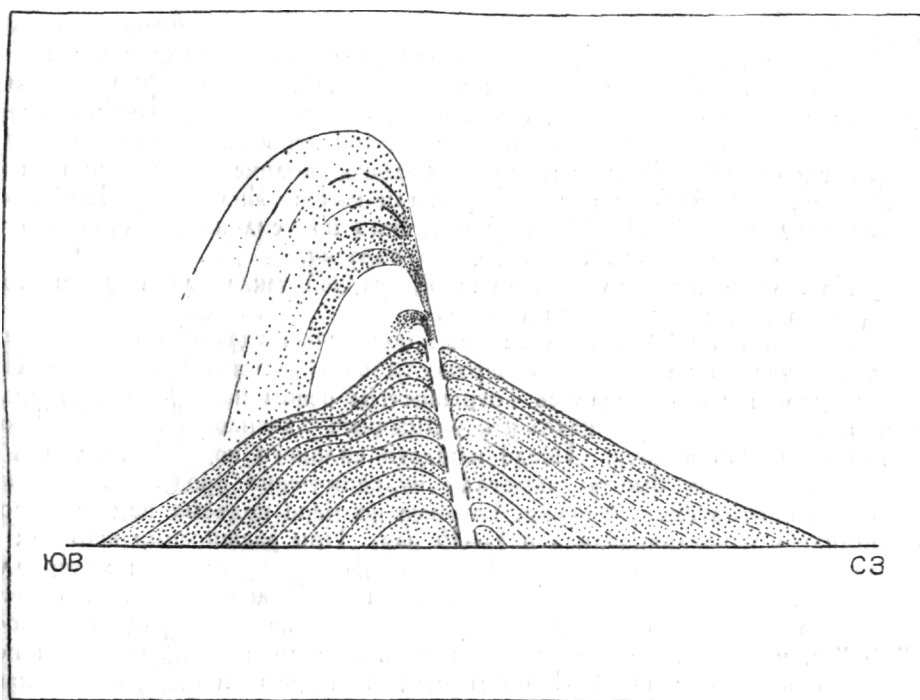


Рис. о. Схематический разрез конуса Билуюка с наклоном жерла к восточному-востоку. Пространство между жерлом и местом падения обломков являлось мертвым пространством.

зато по ночам усиливалось яркокрасное зарево, отсвечивавшее от изливавшейся огневой лавы, которая текла в то время к востоку двумя руслами.

30 октября из Основного кратера с большой силой выбрасывались водяные пары и газы, насыщенные песком, пеплом и бомбами. Высота подъема вулканических продуктов над кратером превышала 2000 м, количество взрывов в минуту колебалось от 25 до 31. Вечером Основной кратер значительно ослабил свою деятельность. Газообразные продукты темного цвета, зависевшего от присутствия в них песка и пепла, содержали большое количество огненных бомб, которые еще в расплавленном состоянии падали к юго-востоку и востоку на склоны конуса или за пределами его. Почти непрерывная канонада наполняла воздух звуками рвущихся снарядов. Количество взрывов в минуту было от 20 до 25.

В 21 час из Лавового жерла наблюдалось излияние красной лавы тремя струйками, которые у подножья конуса соединялись, образуя широкое русло. Высоко поднимавшееся над кратером облако, насыщенное эксплозионными продуктами, ярко освещалось красным светом. Конус кругом осыпался светящимися искрами, которых было несколько больше в юго-восточном секторе.

31 октября к 2 часам ночи Билокай не прекращал своей энергичной деятельности. В 9 часов утра взрывы его доносились до нас с сильным раскатистым звуком. Газообразные продукты над кратером были серого, реже белого цвета. Бомбы черного цвета осыпали склоны конуса. Иногда взрывы сопровождался вылетом из жерла колец из газообразных продуктов, насыщенных пеплом. В 9 часов 27 минут из жерла вылетело четыре кольца, следовавших одно за другим. Эти кольца долетали до высоты 600—700 м над кратером, затем медленно сносились ветром к востоку и, наконец, меняя форму, рассеивались в воздухе.

С наступлением темноты все ярче и ярче вырисовывался светящийся поток у Лавового жерла. Количество взрывов-выбросов колебалось от 26 до 31 в минуту. Пиниеобразное облако, высотой в 2 км над кратером, было переполнено песком, лапилли и бомбами. После сильных взрывов из жерла вылетали раскаленные, быстро вращающиеся эксплозионные шары. Вследствие быстрого вращения от действия центробежной силы с поверхности огненных шаров сбрасывалось большое количество светящихся обломков, которые как бы искрами осыпали конус Билокая. Бомбы, еще раскаленные, непрерывно скатывались вниз по склонам. Их было так много, что конус принял темнокрасную окраску.

Из Лавового жерла непрерывной струей текла лава к востоку, перекрывая ранее излившиеся потоки.

1 ноября в 4 часа утра сильные подземные удары в вулканическом очаге ощущались на дневной поверхности вертикальными толчками. Подземные удары сопровождалась отрывистым ревом над Основным кратером, а вслед за ними начались учащенные эксплозионные выбросы на значительную высоту. После каждого сильного подземного удара из Основного кратера быстро вылетали вулканические продукты. Сначала это были плотно сжатые шары, которые по мере подъема над кратером расширялись и увеличивались в 5—15 раз. При расширении шар как бы раскалывался на несколько частей, осыпая при этом рыхлым материалом весь конус. Разобщенные части шара имели неодинаковую скорость поступательного движения вверх; одни сохраняли первоначальную скорость движения, у других же она уменьшалась. Эксплозионные продукты поднимались на высоту 1 000—1 500 м над кратером и были окрашены в яркокрасный цвет.

Среди раскаленных красных искр наблюдались неоднократные огненные вспышки, которые озаряли конус голубым светом. Фейерверкоподобные эффекты продолжались до рассвета.

Из Лавового жерла непрерывно вытекала лава, разветвляясь на три потока. Первый поток шириной до 7 м тек по крутому склону от жерла вначале на север, а затем круто поворачивал на 85° к востоко-северо-востоку. Второй широкий поток с небольшим изгибом тек на восток. Третий — спускался узкой полосой вниз, по направлению к востоко-юго-востоку.

Вследствие крутизны склона (в 18—20°) лава текла каскадами. Над каскадами скопилось большое количество газов и водяных паров. Это обстоятельство объясняется, вероятно, тем, что круто спускающаяся лава быстрее освобождалась от газообразных продуктов, чем, например, лава, движущаяся по гладкому рельефу.

Ниже Лавового жерла все три лавовых ручья, проделав себе новые русла в остывшем потоке, соединялись в один поток.

Днем 1 ноября из Основного кратера продолжались выбросы эксплозий черного цвета, а из Лавового жерла непрерывно изливалась лава.

Вечером в 19 часов Основной кратер давал от 21 до 23 выбросов в минуту, осыпая конус огненным дождем. Эксплозионные продукты поднимались на высоту 1 500 м над кратером, а затем широкой полосой сносились ветром к западу.

В северо-западном секторе Лавового жерла появилась четвертая сне-тящаяся струя лавы, текшая вначале в северном направлении, а потом, после изгиба к западу, покрывавшая лавы октябрьского потока. К ночи эта струя лавы у жерла исчезла, то же произошло и с восточно-юго-восточным ответвлением. Остались лишь два места излияния лавы — выходы восточный и северо-восточный, которые заметно повысили свой дебит.

Над Основным кратером долгое время держалась огненная свеча, излучавшая яркий красный свет. Высота ее превышала 300 м над кратером. Выше наблюдались клубы пара и газа, иногда с вращающимися огненными частицами.

Интенсивные взрывы-выбросы имели различную силу и высоту подъема. Они выбрасывали на высоту от 700 до 1 300 м над кратером водяные пары и газы вместе с песком и очень часто вместе с бомбами.

2 ноября утром в Основном кратере не утихали взрывы, сопровождавшиеся эксплозионными выбросами. Из Лавового жерла непрерывно изливалась лава, которая вначале узкой, а затем широкой рекой распространялась к востоку, заливая ранее излившийся и уже остывший поток.

Для измерения температуры лавы мы с химиком И. З. Ивановым предприняли специальную экскурсию к Лавовому жерлу. Путь наш лежал вдоль северного борта горячего русла, по глыбам остывших лав. Нам часто встречались интенсивно парящие фумаролы с температурой, колеблющейся в пределах 150—465° С. По всему лавовому полю прослеживалась глыбовая отдельность, нагромождения которой имели причудливые формы. Отдельные блоки твердой лавы почти непрерывно сваливались по склонам нагромождений вниз с резким звоном, напоминающим быющее стекло. Вызывалось это явление непрерывным нажимом новых настилов лавы на старый, в связи с чем вырастал глыбовый гребень по берегу русла. В других местах на старой лаве наблюдалась сложная взаимнопересекающаяся система трещин разломов с торосистыми нагромождениями.

Непосредственно у кратера излияния лава выливалась в двух местах. Открытый на восток кратер ограничивался с запада обрывистыми стенками глубиной до 2 м, с небольшим наклоном к северо-востоку, к которому приурочены были два лавовых жерла: южное — диаметром в 4—5 м и северное — диаметром в 2—3 м. Южный и часть северо-западного сектора кратера также имели обрывистые стенки, которые направляли лаву к северо-востоку. В центре кратера с запада на восток прослеживался гребень из плотного базальта, рассекавший поток. Извергавшаяся лава наталкивалась на этот острый гребень высотой около 2 м и раздваивалась, сохраняя самостоятельные ответвления до впадения их в общее русло.

Из своих жерл под большим давлением лава изливалась с характерными звуками кипящего котла или чавканья. После каждого выброса лавы из обрывистой западной стенки выделялось большое количество водяных паров и газов. Лава в чаше кратера представляла собой жидкую, пенящуюся от присутствия в ней паров воды и газов массу. Температура такой пенящейся лавы, повидимому, была больше 870° С. К сожалению, измерить температуру ее в кратере не удалось.

В кратере часто происходило вспучивание верхнего слоя лавы с образованием больших газовых пузырей. Эти пузыри быстро лопались, газы с характерным шипением выходили наружу, а куски лавы от стенок пузыря подбрасывались на высоту 2—3 м. Вместе с излиянием из Лавового жерла сильно насыщенной газами лавы под большим давлением подымались по каналу пузыри лавы значительных размеров (1—2 м на глаз), наполненные водяными парами и газами. Они с треском лопались, причем с вздутых поверхностей пузырей куски пластичной лавы взлетали выше, чем куски, захваченные с нижней поверхности.

Появление больших выбросов лавы зависело всецело от взрывов в Основном кратере. С появлением эксплозионного взрыва над усеченной вершиной Билюкая из Лавового жерла изливалась большая порция лавы в виде вала. В промежутках между сильными взрывами лава из жерла не выливалась. Количество лавовых порций из Лавового жерла почти всегда совпадало с количеством сильных выбросов из Основного кратера. На основании этих и дальнейших полевых наблюдений выяснилось, что Лавовое жерло есть не что иное, как боковое ответвление к северо-востоку от центрального канала.

Сопоставляя деятельность двух центров извержения Билюкая с активностью Ключевской сопки, удалось установить некоторую зависимость между ними. Энергичные взрывы, возникавшие в вулканическом очаге, отражались одновременно и в Основном кратере Билюкая — в виде эксплозий, и в Лавовом жерле — излиянием большой массы лавы и над кратером Ключевской сопки — появлением густого белого облака газов и паров.

Одновременность проявления вулканической деятельности Билюкая с увеличением количества водяных паров и газов, выделяющихся из кратера Ключевской сопки, как-будто свидетельствует о едином вулканическом очаге для Ключевского вулкана и Билюкая (Попков [5]).

Наблюдения велись у Лавового жерла, в расстоянии 3—5 м от него. Температура лавы мало влияла на наши наблюдения. Водяные пары, смешанные с вулканическими газами, главным образом с хлористым водородом, иногда обволакивали нас, но сейчас же сносились порывами ветра северо-западного направления, силой в 6—7 баллов.

Скорость движения лавы у жерла была несколько выше 44 м в минуту. С такой скоростью лава проходила путь в 250—300 м от жерла. При соединении двух разветвленных протоков лавы наблюдалось вспучивание ее с образованием лавовых гребней с дышащей поверхностью, т. е. происходило поднятие и опускание уровня лавы. На этом участке лава очень напоминала вспучивающееся в квашне тесто. Мелкие пузырьки водяных паров и газов, поднимающиеся из жидкой лавы, концентрировались в крупные пузыри. Газообразные продукты, заключенные в пузырях, с силой поднимали верхний слой лавы и, разрывая его, выходили наружу. На расстоянии 500—600 м от жерла вздутие лавовых пузырей происходило медленнее. При постепенном расширении верхняя пленка пузыря, еще в красном состоянии, закалялась и отвердевала, и газы, обладавшие малым давлением, неспособны были прорвать эту пленку в верхних частях, а прорывали ее сбоку, у поверхности потока. Такие корочки пузыря после выделения газов медленно опускались на поверхность потока. Возможно, что это явление способствовало более быстрому накоплению шлаковых образований, покрывших, подобно корке, поверхность раскаленного потока.

В 600—650 м от истока поверхность раскаленного потока была покрыта темной шлаковой растрескавшейся коркой толщиной в 30—40 см. с остроконечными выступами около 50 см над поверхностью.

Черная шлаковая корка была обрамлена кругом потока каймой расплавленной лавы. Корка непрерывно двигалась вместе с потоком, вначале со скоростью 42 м, а затем 32—30 м в 1 минуту. В средней части потока с ее поверхности интенсивно поднимались струи газа.

От края корки нас отделяла двухметровая полоса лавы красного сечения. Она легко протыкалась металлическим стержнем, и в нее можно было без особого труда погрузить конец термопары, для того чтобы измерить температуру лавы. Однако от этой попытки пришлось отказаться, так как движущийся поток мог поломать термопару, а идти по течению потока и держать в руках термопару с включенным гальванометром не позволяли температурные условия и рельеф берега русла. Тем не ме-

нее было крайне желательно произвести измерение температуры лавы. Явилась мысль — перескочить для этого через раскаленную кайму на темную корку. Кроме измерения температуры было также интересно взять пробу газов из расплавленной лавы. Брошенная значительная по весу глыба остывшей лавы на раскаленную докрасна кайму убедила нас в достаточной ее прочности, способной выдержать вес человека. Что же касается застывшей плотной корки лавы, то брошенные на поверхность камни издавали звон бьющегося стекла. После этого с большой осторожностью я вступил одной ногой, обутый в асбестовую обувь, на раскаленную лаву, не бросая руки И. З. Иванова. Почувствовав достаточное сопротивление ее поверхности, я отпустил руку своего спутника и еще раз шагнул, перенося при этом часть веса своего тела на жезл, который от такого давления медленно погрузился в еще пластичное вещество раскаленной лавы. Еще шаг, и я вступил на потемневшую плавущую корку лавы, а за мной последовал и мой химик со своей лабораторией. Горячие токи воздуха с небольшой концентрацией хлористого водорода, исходящие от поверхности раскаленной лавы, быстро сносились холодным северо-западным ветром. Этот дрейф на лаве дал нам возможность измерить температуру лавы в нескольких точках и взять пробы газов.

Заметив время и место погрузки, мы приступили к работе. Проткнув жезлом лаву цвета красного каления на глубину 40 см у края темной корки, мы погрузили термопару и присоединили ее проводниками к гальванометру. Стрелка гальванометра быстро скользнула по шкале до деления 400°C , а затем непрерывно передвигалась, пройдя 500, 600, 700 и 800°C деления шкалы. Через деление 870° стрелка не переступала, причем происходило колебание стрелки гальванометра в пределах $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$ в сторону уменьшения. Повторное измерение снова дало максимальную температуру лавы 870°C и минимальную при этом же измерении 860°C .

Поток непрерывно двигался к востоко-северо-востоку всей своей массой, равномерно, без рывков. Случайно оставленные обрывки асбестового листа на поверхности красной лавы отстали от нас примерно на 1 м. Это явление объясняется, повидимому, торможением расплавленного лавового потока у края русла. В движущейся расплавленной лаве количество газовых пузырей в более удаленных частях потока было меньше, чем в местах, расположенных ближе к лавовому жерлу.

Наконец, мы приступили к взятию проб газов из горячего потока. Взять пробы газов из пузырей нам не удавалось. Несколько проб газов были неудачными потому, что каждый раз накрытый воронкой пузырь лопался не внутри ее, а сбоку, и, следовательно, газы уходили непосредственно в воздух. Тогда мы сделали углубление в верхнем слое лавы, и, применив асбестовую воронку нужного диаметра с фарфоровой трубкой, прососали несколько литров газа. Включенная термопара, погруженная в расплавленную массу на глубину 45 см, определила температуру лавы 800°C с последующим отклонением стрелки гальванометра вниз на 5°C .

Анализ газовой смеси, выполненный и опубликованный химиком И. З. Ивановым [1], дал следующие результаты: H_2O — 1000 мг на литр газа, HCl — 0.5%, O_2 — 21%, N_2 и др. — 78.5%. Наличие водяных паров в пробе газа, взятой непосредственно с верхнего слоя расплавленной лавы, указывает на то, что вода в данном случае, вероятно, является продуктом реакции в расплавленной лаве. Следует отметить и другое обстоятельство, а именно — что ни на горячем потоке, ни по краевой части темной корки в это время не образовались возгоны.

Собрать образцы лавы с горячего потока представляло некоторые трудности. Образцы пластичной лавы легко отделялись от общей массы, но переместить их на поверхность темной корки было трудно, так как отделенный сок лавы легко спаивался с поверхностью горячего потока.

пока образец не приобретал твердую корочку в результате неоднократного его поворачивания.

Долго стоять на горячей движущейся корке, температура которой у поверхности была $270\text{--}300^\circ\text{C}$, а в трещинах имела темнокрасное каление, было опасно, почему нам неоднократно приходилось взбираться на угловатые выступы на темной корке, чтобы дать ветру несколько охладить ноги, обутые в асбестовые ботинки. Во время нашей работы у края темной корки мы подстилали под ноги листовой асбест, и все-таки нам приходилось часто еще стоять, подобно аистам, на одной ноге, чтобы дать возможность другой остыть на ветру.

На расстоянии 3 000 м от центра излияния, поток двигался по склону в $5\text{--}7^\circ\text{C}$ и уже со значительно меньшей скоростью. Лава краевой зоны

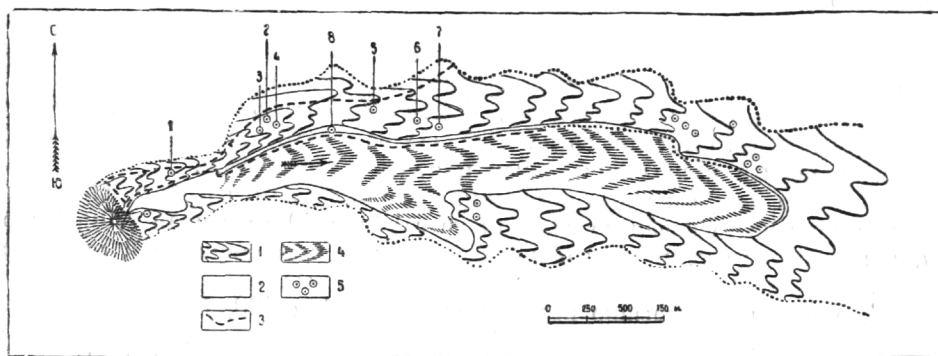


Рис. 4. Схематический план лавового потока в ноябре 1938 г.
1 — остывший поток лавы; 2 — расплавленный поток лавы; 3 — маршрут экспедиции; 4 — плотная корка на расплавленном потоке; 5 — фумаролы.

была пластичной еще при температуре 690°C . На темной корке мы пробыли один час. Вместе с потоком мы проплыли от своей первоначальной точки на востоко-северо-восток более 2 000 м, где благополучно сошли на уже остывший поток (рис. 4).

Интересно отметить, что темная корка в крайней восточной точке собиралась в складки, подобно мехам гармоник. Эти складки непрерывно прорывались, и в местах разрыва появлялась вязкая лава, которая заливала твердую корку. Скорость движения потока здесь составляла всего 15 м 36 см в час.

По южному краю поток дал два небольших ответвления, одно — вблизи кратера, другое — в средней части потока.

Из Основного кратера весь день 2 ноября продолжались взрывы-выбросы эксплозионных продуктов. Высота их достигала 2 000 м над кратером и больше (рис. 5).

В декабре на Билокае происходили непрерывные эксплозии из Основного кратера и столь же непрерывно изливалась лава из Лавового жерла. Здесь следует указать, что потоки ноябрьского излияния распространились далеко к востоку, покрывая собой октябрьские лавы. Что же касается декабрьского пароксизма извержения, то лава этого месяца залила ноябрьские потоки у кратера и дала четыре крупных ответвления. Одно ответвление от декабрьского потока устремилось на восток-юго-восток и имело 800 м длины. Другое прослеживалось на расстоянии около 500 м к северо-западу. Наиболее крупное языкоподобное ответвление лавового потока, длиной более 1000 м, имело северо-восточное направление. Наконец, последнее ответвление лавы было также северо-восточного направления и имело в длину около 400 м.

Лавовый поток январского излияния, по наблюдениям, произведен-

ным 16 января 1939 г., распространился к востоку. У него было хорошо сформированное узкое русло вблизи центра извержения, которое постепенно расширялось в середине и в конце потока. От главного лавового русла вблизи жерла наблюдались ответвления на северо-запад и юго-восток, а также ответвления на северо-восток от северного и на юго-восток от южно-

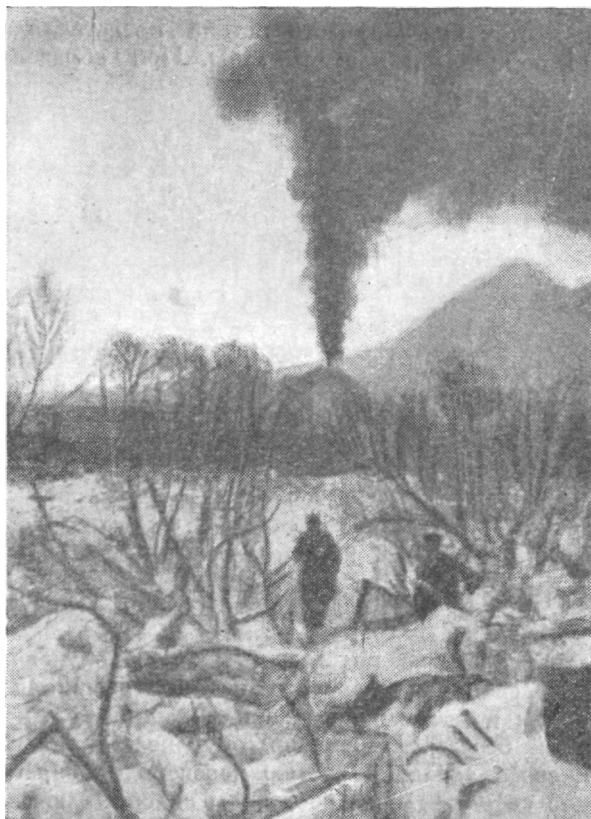


Рис. 5. Сильный эксплозионный выброс из Основного кратера Билукая. Высота изверженных продуктов более 2100 м над кратером.

го бортов главного потока. Схематический план (рис. 6) иллюстрирует перекрывание одних потоков другими на протяжении 2 км от Лавового жерла.

Активная вулканическая деятельность Билукая в январе выражалась в непрерывных эксплозионных извержениях из Основного кратера, сопровождаясь большими излияниями лавы из Лавового жерла.

16 января я и рабочий С. П. Романов посетили активно действовавший Основной кратер Билукая. Наш путь лежал вдоль северного, а затем западного бортов остывших потоков октябрьского и декабрьского извержений. Краевая зона их, с весьма колеблющейся мощностью в пределах от 10 до 27 м, была представлена нагромождением глыб. По северной и западной краевым частям потока не были обнаружены фумаролы.

В ноябре 1938 г. нам удалось проследить излияние лавы из краевой зоны потока непосредственно на почву. От этой лавы загорелся кустарник и берзовый лес. Температура ее была $+795^{\circ}\text{C}$. Остывание

лавы происходило сравнительно быстро. На высоте 5 м от почвы, пролежав одни сутки, она имела температуру $+465^{\circ}\text{C}$, т. е. остыла на 330° ; на третий день температура этой же лавы понизилась до $+275^{\circ}\text{C}$; через десять дней — до $+190^{\circ}\text{C}$; после 75 дней лава имела уже температуру 0°C . Поверхность лавы была покрыта снегом в продолжение всей зимы. Нижний, прилегающий к лаве слой снега имел ледяную корочку с висящими сталактитами льда.

В других местах краевая часть потока представляла собой нагромождения глыб пористой и плотной лавы. При образовании таких на-

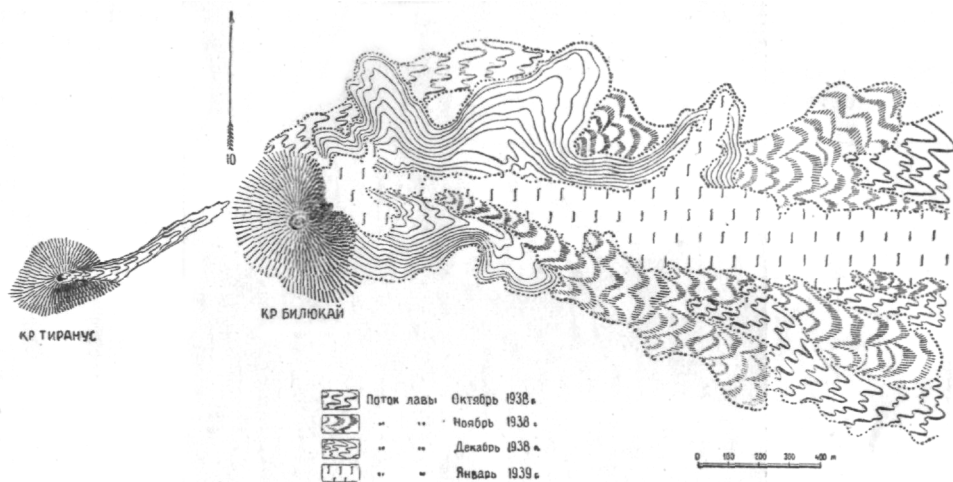


Рис. 6. Схематический план наложения лавовых потоков кратера Билюкая.

громождении лава издает резкий лязг или звон, получающийся от столкновения глыб. Краевая зона лавового потока, расширяя свои границы, засыпала кустарник и местами срезала или выдирала с корнями крупные стволы Эрмановой березы. Признаков обугливания на стволах не было заметно. Поток своей западной частью перегородил овраги и реку Каменистую, берущую свое начало на восточном склоне Ключевой сопки.

Чем ближе мы подходили к арене извержения, тем грознее слышался грохот, дрожала почва, ссыпалось большое количество вулканического песка и пыли. Редкие раскаленные бомбы стремительно катились вниз по северному и восточному склонам конуса Билюкая к его подножью, оставляя бороздки на склоне конуса. По северному и западному склонам конуса наблюдались частые осыпания шлаковых обломков. Иногда по этим склонам происходили оползни верхнего слоя рыхлого материала. От движения сползающей раздробленной лавины поднималась вулканическая пыль в виде темного облака. Оползни возникали вследствие сотрясения конуса от сильных взрывов в кратере, который как бы сбрасывал с поверхности своих склонов неустойчивый рыхлый материал.

Непосредственно вслед за сильным подземным гулом наблюдалось дрожание почвы. Частые колебания земной поверхности ощущались в радиусе около 2 км. В 3 км от кратера отмечались только редкие сотрясения. У подножия Основного кратера непрерывный грохот был подобен пушечным выстрелам. Одновременно с грохотом выделялись газообразные продукты, насыщенные вулканическими бомбами, лапилли, песком и пеплом. С 12 часов 10 минут до 12 часов 13 минут 2,5 секунды, т. е. за 3 минуты 2,5 секунды, произошло 88 взрывов-выбросов разнообразной силы. По времени и характеру извержения они распределялись следующим образом (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Характеристика взрывов-выбросов из Основного кратера в ноябре 1938 г.

Время			Звук взрыва	Продукты извержения	Форма облака над кратером
часы	мину- ты	секун- ды			
12	10	00	Выстрел орудия	Водяные пары и газы, бомбы, лапилли, песок и пепел	Облако шаровидной формы
12	10	1	Выдох из жерла	Газообразные продукты с песком и пеплом	Цилиндрическое облако
12	10	2	Взрыв	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Облако шаровидной формы
12	10	3	Выстрел	Газообразные продукты с лапилли и песком	Облако кучевой формы
12	10	3.5	Выдох	Водяные пары и газы с песком и пеплом	Облака
12	10	6	Слабый выстрел	Газообразные продукты с бомбами и песком	Пиния
12	10	6.5	Выстрел	Бомбы, песок с парами воды и газами	Шар
12	10	8	Гул	Водяные пары и газы с бомбами и песком	Пиния
12	10	9.5	Выдох	Водяные пары и газы с песком и пеплом	Кольцо
12	10	12	Взрыв	Газообразные продукты с бомбами и песком	Облако кучевой формы
12	10	14.5	Выстрел орудия	Бомбы, лапилли, песок с парами воды и газами	Облако
—	—	—	П р о п у с к		
12	10	17	Выдох из жерла	Газообразные продукты с песком и пеплом	Кольцо
12	10	20	Выдох из жерла	Водяные пары и газы с песком и пеплом	Кольцо
12	10	21	Слабые два выдоха	Газообразные продукты с песком и пеплом	Кольца, входящие друг в друга
12	10	23	Взрыв	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Шаровидное облако

Таблица 1 (продолжение)

Время			Звук взрыва	Продукты извержения	Форма облака над кратером
часы	мину- ты	секун- ды			
12	10	25	Выстрел орудия	Газообразные продук- ты с песком и пеп- лом	Облако
12	10	27.5	Слабый взрыв	Водяные пары и газы с песком и пеплом	Кучевое облако
12	10	30	Выдох	Газообразные продук- ты с песком и пеп- лом	Облако шаровид- ной формы
12	10	31	Несколько выдо- хов	Водяные пары и газы с песком	Кольца, следо- вавшие друг за другом
—	—	—	П	р о п у с к	
12	10	38	Взрыв	Газообразные продук- ты с газами и пес- ком	Пинния
12	10	44	Выстрел орудия	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Облако кучевой формы
12	10	47	Рев	Газообразные продук- ты с песком и пеп- лом	—
12	10	50	Свистящий выдох	Водяные пары и газы с пеплом	Скрученные уз- кие струи
	—	—	П	р о п у с к	
12	10	55	Выдох	Газообразные продук- ты с пеплом	—
12	10	58	Взрыв	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Облако шаровид- ной формы
12	10	59.5	Выдох с шипе- нием	Газообразные продук- ты с пеплом	—
12	11	3	Выдох с шипе- нием	Водяные пары и газы с пеплом	Скручивающиеся струи
12	11	5	Взрыв	Газообразные продук- ты с бомбами, пес- ком и пеплом	Облако шаровид- ной формы
12	11	7	Выстрел снаряда	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Облако цилиндри- ческой формы
12	11	9.5	Выдох большой силы	Газообразные продук- ты с песком и пеп- лом	Облако кучевой формы

Т а б л и ц а 1 (продолжение)

Время			Звук взрыва	Продукты извержения	Форма облака над кратером
часы	мину- ты	секун- ды			
12	И	10	Слабый выдох	Газообразные продук- ты	—
12	11	10.5	Слабый выдох	Газообразные продук- ты	—
—	—	—	П	р о п у с к	
12	11	13	Раскатистый взрыв	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Облако шаровидной формы
12	11	16	Выстрел	Газообразные и рых- лые продукты	Облако кудрявой формы
12	11	17	Выдох с трескотней	Газообразные продук- ты с пеплом	Кольца над кра- тером
12	11	18.5	Два вдоха	Водяные пары и газы с пеплом	Ряд колец
12	11	19.5	Выстрел орудия	Газообразные и рых- лые продукты с бом- бами	Облако, подоб- ное кочану ка- пусты
12	11	23	Взрыв с двойным ударом	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Кучевое облако
12	11	24.5	Выстрел орудия	Газообразные и рых- лые продукты	Облако шаровид- ной формы
12	11	26.5	Взрыв	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Облако кучевой формы
12	11	29	Выдох	Газообразные продук- ты с пеплом	—
12	11	31	Слабый выдох	Водяные пары и газы с пеплом	—
12	11	32.5	Выдох	Газообразные продук- ты	—
12	11	35	Взрыв с рокота- нием	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Пиния
12	11	36.5	Взрыв	Газообразные и рых- лые продукты	Шаровидное об- лако
—	—	—	П	р о п у с к	
12	11	39.5	Взрыв	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Облако кучевой формы
12	11	43	Взрыв	Газообразные продук- ты с бомбами, пес- ком и пеплом	Шаровидное об- лако

Таблица 1 {продолжение}

Время			Звук взрыва	Продукты извержения	Форма облака над кратером
часы	мину-ты	секун-ды			
12	11	46	Выдох	Водяные пары и газы с пеплом	—
12	11	49	Выдох	Газообразные продук-ты с пеплом	—
12	11	53	Свист	Водяные пары и газы	Тонкие струи
12	11	54.5	Взрыв	Газообразные и рых-лые продукты	Шаровидное об-лако
12	11	56	Взрыв	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Облако кучевой формы
12	11	57.5	Выстрел	Газообразные продук-ты, переполненные бомбами, песком и пеплом	Шаровидное об-лако
12	11	58	Слабый взрыв	Водяные пары и газы с песком и пеплом	Вращающееся об-лако
12	11	59.5	Шипение	Газообразные продук-ты	Струи
12	12	2	Выдох	Газообразные продук-ты	—
12	12	3.5	Взрыв с трескот-ней	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Облако кучевой формы
—	—	—	П р о п о у с к		
12	12	7	Выстрел	Газообразные и рых-лые продукты	Шаровидное об-лако
12	12	8.5	Взрыв снаряда	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Вращающийся шар
12	12	10.5	Взрыв	Газообразные и рых-лые продукты	Облако кучевой формы
12	12	13	Выстрел орудия	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Шаровидное об-лако
12	12	15.5	Взрыв	Газообразные и рых-лые продукты	Облако кучевой формы
12	12	17	Выстрел орудия	Водяные пары и газы с рыхлыми продук-тами	Шаровидное об-лако
12	12	17.5	Слабый выстрел	Газообразные и рых-лые продукты	Шаровидное об-лако
12	12	21	Шипение	Водяные пары и газы	Струи

Таблица 1 {продолжение}

Время			Звук взрыва	Продукты извержения	Форма облака над кратером
часы	мину- ты	секун- ды			
12	12	24	Выдох	Газообразные продук- ты	—
12	12	25	Выдох	Газообразные продук- ты	—
12	12	27	Выстрел орудия	Водяные пары и газы с песком	Кольца
12	12	27.5	Выдох	Газообразные продук- ты	Кольца
	—	—	П	р о п у с к	к
12	12	32	Выдох	Водяные пары и газы с песком и пеплом	Облако кучевой формы
12	12	35.5	Выстрел орудия	Газообразные продук- ты с бомбами, пес- ком и пеплом	Шаровидное об- лако
12	12	37	Выстрел орудия	Водяные пары и газы с песком и пеплом	Шаровидное об- лако
12	12	40	Взрыв с рокотом	Газообразные продук- ты с бомбами, пес- ком и пеплом	Шаровидное об- лако
12	12	41.5	Выстрел орудия	Водяные пары и газы с рыхлыми продук- тами	Шаровидное об- лако
—	—	—	П	р о п у с к	к
12	12	43	Выдох	Газообразные продук- ты	Струи
12	12	44.5	Выдох	Газообразные продук- ты	Струи
12	12	46	Слабый выстрел	Водяные пары и газы с песком и пеплом	Шаровидное об- лако
12	12	47.5	Выдох	Газообразные продук- ты	Струи
12	12	48.5	Выдох	Газообразные продук- ты	Кольца
12	12	50	Выстрел орудия	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Вращающийся шар
12	12	51.5	Выдох	Газообразные продук- ты	Кольца
12	12	53	Взрыв	Водяные пары и газы, переполненные бом- бами, песком и пеп- лом	Облако кучевой формы

Таблица 1 {продолжение}

Время			Звук взрыва	Продукты извержения	Форма облака над кратером
часы	мину- ты	секун- ды			
12	12	54	Выдох	Газообразные продук- ты	Кольца
12	12	56.5	Выдох	Газообразные продук- ты	Струи
12	12	57	Взрыв	П р о п у с к	
12	12	59	Взрыв	Водяные пары и газы с бомбами, песком и пеплом	Облако шаровид- ной формы
12	13	2.5	Выдох	Газообразные продук- ты с пеплом	Кольца

Из наблюдений выясняется, что сильные взрывы происходили в интервалах от 1 до 8 секунд, причем все они сопровождалось выбросом больших количеств шлаковых бомб. В промежутках между сильными взрывами происходили взрывы со звуком, напоминающим вздох, и при этом бомбы не вылетали, а выделялись только водяные пары и газы, насыщенные песком. В течение последующих 10 м характер эксплозионного извержения был тот же самый. Количество взрывов колебалось в пределах от 21 до 33 в минуту. В первую наблюдаемую минуту было 11 сильных взрывов, 7 слабых и 10 с шипящим звуком. Во вторую минуту было 13 взрывов с звучным выстрелом, 9 слабых, 6 с шипящим звуком и 3 с свистящим звуком. На третьей минуте извержения нами было зафиксировано 8 сильных взрывов, 3 слабых и 10 с шипящим звуком. В четвертую минуту наблюдений кратер дал 17 сильных взрывов-выбросов, 8 слабых и 7 с шипящим звуком. На пятой минуте кратер дал 15 сильных взрывов, из которых четыре были такой силы, что выброшенное черное облако взлетело на 2 км вверх над кратером, неся с собой шлаковые бомбы; что же касается слабых взрывов, то они достигали высоты 300—400 м над кратером; остальные 4 взрыва были только шипящими выдохами. На шестой минуте мы отметили 29 взрывов, из них 14 сильных, 11 слабых и 4 выдоха. На седьмой минуте имели место 33 выброса, из которых 19 сильных, 2 слабых и 12 шипящих выдоха. В восьмую минуту было зафиксировано 15 сильных взрывов, 6 слабых и 8 шипящих выдохов. На девятой минуте из кратера произошло 13 сильных выбросов, 5 слабых и 13 выдохов. На десятой минуте из 32 взрывов-выбросов было отмечено 16 сильных, 3 слабых и 11 выдохов.

В среднем на одну минуту приходилось 30 взрывов, причем почти половина взрывов сопровождалась вылетом большого количества вулканических бомб.

Скорость полета бомб и достигаемая ими высота над кратером были весьма различны и зависели от их величины, плотности и формы. Данные по скорости движения вверх и падения бомб различных диаметров (с учетом только длинной оси) приведены в табл. 2.

При наблюдениях над деятельностью побочного кратера Билукая в 1938 г. С. И. Набоко [3] отмечала полет бомб в высоту над кратером на 600—700 м, с продолжительностью взлета 4,5 секунд и падения — 5—6 секунд при средней скорости их 150 м в 1 секунду. При наших

наблюдениях средняя скорость полета крупных бомб была сравнительно невелика, тогда как для средних и мелких бомб она была значительно больше (табл. 2).

Необходимо отметить еще сортировку изверженного материала при самом выбросе из кратера. На небольшой сравнительно площади радиусом в 1 км от основного конуса наблюдалась зональная сортировка рыхлых продуктов. В юго-западном и юго-восточном секторах на площади радиусом 100—150 м от конуса было обнаружено большое количество вулканических бомб диаметром от 0,8 до 1,8 м, с плотной и пористой текстурой. На расстоянии 300—350 м от конуса прослеживалась зона пористых и шлаковых бомб диаметром от 0,4 до 0,6 м. В 500—600 м от конуса наблюдалась обособленная зона шлаковых бомб диаметром в 0,2—0,3 м. На расстоянии одного и более километров концентрировались шлаковые продукты диаметром от 0,05 до 0,15 м. Что же касается более мелких частиц — лапилли, песка и пепла, то эти продукты покрывали более значительную территорию.

При извержении из Основного кратера большинство бомб падало в восточном и юго-восточном направлениях. Учитывая это обстоятельство, мы решили взобраться на край кратера с противоположной падению бомб стороны, чтобы ознакомиться с внутренним его строением. Для окончательного решения вопроса о возможном подъеме на Основной кратер я послал С. П. Романова в сектор западного склона, чтобы проверить наличие жерла Соседа, о грозной деятельности которого в свое время сообщалось С. И. Набоко [3]. Наличие признаков жерла Соседа не было обнаружено. После этого С. П. Романов начал подниматься по западному склону конуса, а я по северо-западному. Опередив меня, бесстрашный Романов уже стоял на краю кратера и, оживленно жестикулируя, указывал мне на дно кратера. В 100 м от края кратера стали ощущаться сильные сотрясения конуса, почти непрерывно повторяющиеся одно за другим. Верхний насыпной слой конуса был настолько подвижен, что наши

Таблица 2

Скорость полета бомб

Строение бомб	Форма	Диаметр в см	Поверхность	Высота полета бомб над кратером в м	Время полета бомб вверх в секундах	Время падения бомб вниз в секундах	Средняя скорость полета бомб в м в 1 секунду
Шлако-подобное или пористое	Угловатая, ветвистая или доскообразная	40 и более	Грубо-шероховатая	8—100	2	1.5	58.8
Шлако-подобное	Доскообразная с утолщением в центре	30 и более	Ребристая и грубо-шероховатая	700—850	5—7	4.5—6	103—148.9
Шлако-подобное или пористое	Бесформенная с отдельными выступами. Угловатая с рваными краями	10—15	Шероховатая, грубо-шероховатая	900—1600	4.5—9	5—10.5	162.9—190.1
Шлако-подобное	Цилиндрическая или бесформенная	5—10	Шероховатая	1000—1300	4.9—7	5.5—6	173.3—192.3

ноги засыпались рыхлым материалом. От поверхности шлакового конуса излучалось тепло, которое не давало возможности долго залеживать снегу, весьма обильному у подножья и совсем отсутствовавшему на конусе. В обстановке частых взрывов-выбросов мы оба достигли северо-западного края кратера. Взрывы были такой силы, что нам, чтобы слышать друг друга, приходилось кричать или пояснять жестами дальнейший план действий.

Диаметр кратера был около 50 м. Западный его край возвышался на 6 м, северо-восточный — на 3—4 м, юго-восточный — на 8 м и юго-западный — на 3 м. Кратерная чаша была вытянута с северо-запада на юго-восток. Внутрикратерные склоны полого падали к жерлу. В северо-западной стенке из фумарол струился пар, насыщенный HCl .

Водяные пары и газы с шипящим звуком выделялись с обособленных участков или по трещине, вытянутой в виде цепочки с запада на восток. В юго-восточном секторе кратера фумаролы также интенсивно выделяли белые водяные пары и газы. Наносимые ветром газообразные выделения из фумарол раздражали слизистую оболочку носа и гортани, заставляя нас чихать и кашлять. Газы, насыщавшие окружающий нас в кратере воздух, сильно действовали и на глаза, вызывая мучительную резь, сопровождавшуюся слезотечением. Опасаясь этой концентрации газов, мы выбегали на более открытое место — на гребень кратера.

Дно кратера представляло собой относительно ровную площадку диаметром около 30 м. К моменту наблюдения на ней отсутствовали какие-либо нагромождения или конусообразные формы, в частности и вокруг жерла, в противоположность тому, как это было установлено в пе-

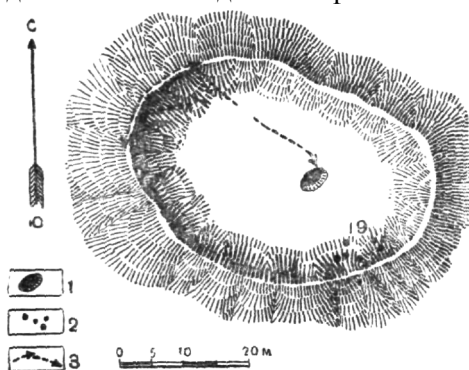


Рис. 7. Внутреннее строение кратера Билукая.

1 — жерло; 2 — фумаролы; 3 — маршрут экспедиции. Треугольники обозначают стоянки экспедиции.

риод первоначальной фазы извержения [2, 3]. В этом месте рельеф кратера дал возможность спуститься в него и подойти к жерлу на расстояние 8—10 м.

Жерло было расположено ближе к юго-восточной стенке кратера. Оно представляло собой небольшое отверстие в 3,5 X 2,5 м, вытянутое с юго-запада на северо-восток (рис. 7). Для того чтобы узнать строение стенок жерла, его температуру, наличие или отсутствие раскаленной лавы в самом жерле, мы несколько раз быстро подбегали к жерлу и заглядывали в огненную пасть Билукая. Юго-западный и северо-восточный края жерла имели зазубренную форму. По кромкам жерлового отверстия или в непосредственной близости от него возгонов не было. Что же касается более удаленных от жерла мест по западному и юго-восточному краям кратера, то там наблюдались возгоны нашатыря в виде тонких белых и желтых пленок.

В интервалах между сильными взрывами мы ухитрились несколько раз подбегать к краю жерла. С. П. Романову удалось быть у жерла в расстоянии 0,5—0,6 м, мне же — не менее чем в 1 м. Близко от края жерла ощущался такой сильный жар, что приходилось защищать свои лица рукавицами, а уши и шею шлемами.

Жерло представляло собой уходящую далеко вглубь трубу. Стенки канала были раскалены до яркокрасного свечения с желтым оттенком, что должно было отвечать температуре примерно в $1\,000^{\circ}\text{C}$. Сам канал был

наклонен на $10\text{--}12^\circ$ к востоку-юго-востоку; этим объясняется наблюдавшееся отклонение большинства бомб к юго-востоку. Нижний конец северо-западной стенки уклонялся к западу-северо-западу, а верхний, на глубине 3 м, обнаруживал значительный изгиб к юго-востоку.

Стенки жерла были блестящими, с неглубоко гофрированной поверхностью. Такая структура стенок жерла, повидимому, объясняется быстро движущимися по каналу вулканическими продуктами, доставляемыми на поверхность из вулканического очага. Стенки канала были покрыты пластичной раскаленной стекловатой глазурью. Выбрасываемые большие куски лавы, не достигавшие поверхности кратера, прилипали

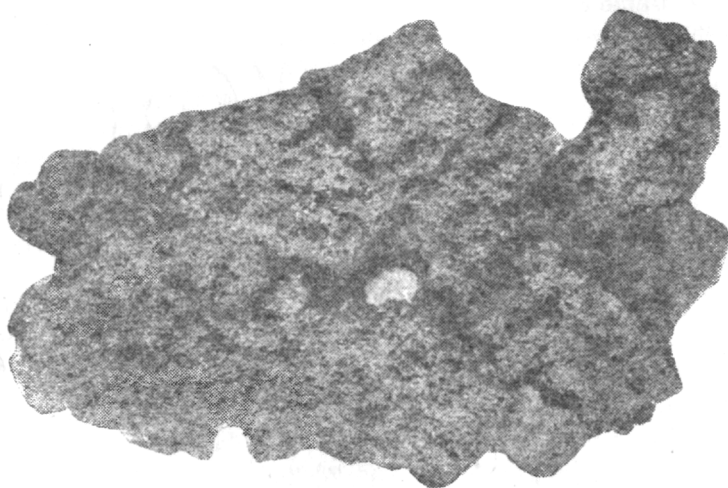


Рис. 8. Шлаковая бесформенная бомба. В центре погружена монета.

к стенкам раскаленного жерла, держались на них доли секунды, затем часть массы отрывалась и падала вниз, а часть крупной струей стекала по стенке канала. В других случаях было заметно только прилипание к стенкам жерла бесформенных кусков лавы, сопровождавшееся незначительным ее разбрызгиванием, причем и эти висящие куски расплавленной массы быстро отрывались, увлекая за собой небольшое количество пластичной массы с поверхности стенок и оставляя на них следы раковинно-образных углублений. Этим явлением, наблюдавшимся в юго-западной и северо-восточной частях жерла, объясняется, вероятно, наличие углублений и бутристости на соответствующих его стенках.

В кратере мы чувствовали себя весьма напряженно. Надо было остерегаться почти непрерывно падающих шлаковых раскаленных бомб и обломков. Из них процентов 30 попадало в чашу кратера, процентов 50 — на поверхность конуса, причем ложились они больше на восточный и юго-восточный склоны его, и остальная часть падала за пределами конуса. Бомбы имели красное свечение ($700\text{--}795^\circ\text{C}$) и обладали такой пластичностью, что погруженная в них монета (рис. 8) быстро приобретала такую же окраску и оставалась незаметной до остывания и почернения лавы. В другом образце из погруженной пули через несколько секунд выплавился свинец и заполнил поры. За последние 15 минут нашего пребывания в кратере было зарегистрировано 232 сильных взрыва, не учитывая слабых выбросов, похожих на выдох, сопровождавшихся шипящими или свистящими звуками. Перемежаемость взрывов-выбросов весьма разнообразная. Интервалы между сильными взрывами были непостоянны и колебались в пределах от 3 до 5 секунд.

Закончив наблюдения и сбор каменного материала в кратере, мы

благополучно спустились к подножью конуса. При спуске мы еще подвергались обстрелу обломками лавы, летевшими вниз по склону. Эти обломки лавы часто ударялись о лежащие плотные камни и со свистом пролетали мимо нас. Наше платье, лица, уши были покрыты мелким вулканическим пеплом и пылью.

В феврале Билукай продолжал свою энергичную деятельность. Из села Ключи днем наблюдалось черное облако, насыщенное песком и пеплом. Эксплозионное облако кучевой формы поднималось вверх над кратером на значительную высоту. В ночное время над Билукаем не прекра-

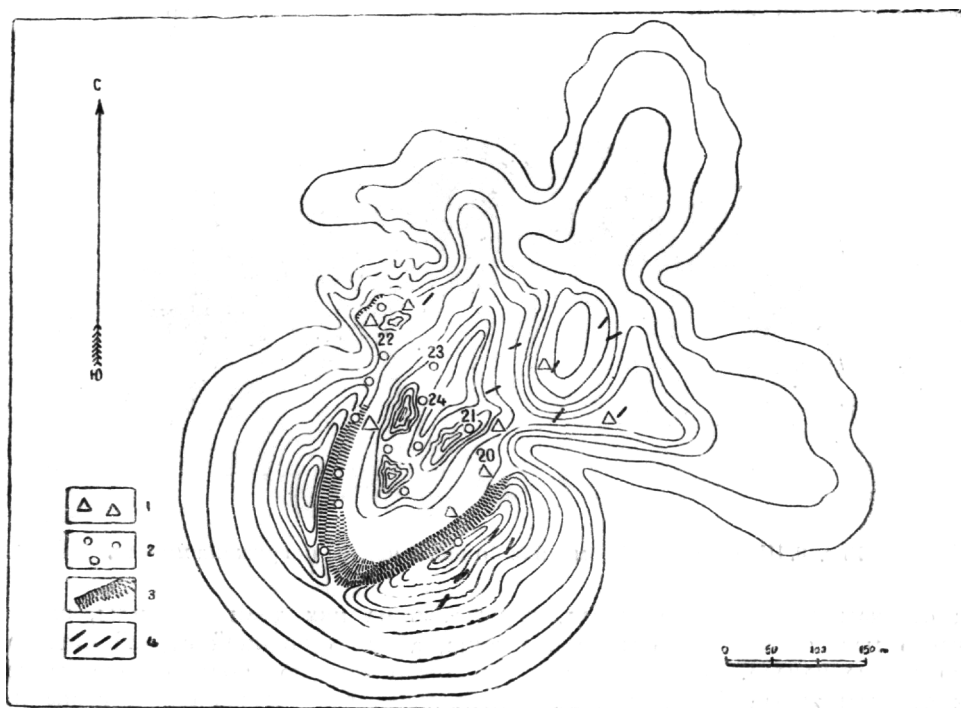


Рис. 9. Схематический план разрушенного кратера Билукай с выжатой лавой в марте 1939 г.

1 — фумаролы с большим количеством паров воды; 2 — фумаролы с концентрированным хлористым водородом; 3 — обрывистые стенки в кратере; 4 — трещины.

шалось красное свечение, имея вид зарева. Из поселка с пожарной вышки в бинокль ясно вырисовывалась красная полоса лавы, текшей в восточном направлении.

23 февраля в 23 часа 40 минут произошло землетрясение силой в 4 балла (Попков [4]). При этом из Ключей наблюдалось необычайное явление в районе извержения Билукай: над его кратером появилось громадное облако, высотой до 3 000 м, освещенное красным светом. В бинокль было заметно падение искр с крутой траекторией по разным направлениям. Наблюдаемый эффект продолжался не более 2—3 минут, затем все рассеялось.

24 февраля мы заметили исчезновение верхней части конуса Билукай, который не возобновлял больше эксплозионных выбросов. Следовательно, наблюдавшиеся 23 февраля явления были сопряжены с обрушением верхней части конуса Билукай.

25 февраля мы выехали на двух нартах к вулкану. Еще издали, при подходе к Билукаю с востока-северо-востока, мы обнаружили два острых выступа в юго-восточном и северо-западном секторах бывшего

Основного кратера, причем юго-восточный шпиль был выше северо-западного. На обоих этих острых выступах интенсивно парили фумаролы.

Кратер был открыт на северо-восток до горизонтали Лавового жерла. Глубина обвала измерялась в 50 м. Внутрикратерные стенки провала были отвесными, из них интенсивно парили фумаролы. На дне провала остались шпильобразные выступы из плотного базальта высотой до 15 м, повидимому, стенки бывшего жерла. Вокруг этих возвышенностей наблюдались навалы с бугристым рельефом и расщелинами (рис. 9). Поверхность бугристого рельефа была покрыта возгонами желтого цвета. Со всего дна провала интенсивно парили фумаролы, которые заполняли своими продуктами весь провал.

Интересно отметить, что фумаролы с преобладающим количеством хлористого водорода и с возгонами обычно наблюдались в центре провала, и, наоборот, фумаролы, обедненные HCl и без возгонов распределялись по периферии. Это хорошо ощущалось по запаху при замерах температуры и взятии проб газов из фумарол. Фумаролы, расположенные ближе к бывшему жерлу, содержали больше паров HCl , чем удаленные от него и расположенные уже на шлаковых лавах (рис. 9). В момент наблюдения произошло три вертикальных подземных удара. После этого было отмечено значительное увеличение паров воды и газов в провале кратера.

Верхняя часть конуса имела угловатые выступы, с которых часто происходили обвалы на дно кратера. Обрушение кратерной вершины произошло по оси главного канала и закупорило шлаковым материалом пути доступа на дневную поверхность рыхлых вулканических продуктов. При оседании центральной части конуса ответвляющийся канал Лавового жерла был разорван (рис. 10). Под давлением всей обрушившейся части конуса лава вышла на дневную поверхность. Лава продолжала изливаться 1 и 2 марта из северо-восточной части обрушенного конуса и распространилась небольшими языками к северо-востоку, востоку и западу (рис. 9).

Лава мартовского излияния была весьма плотная, со стекловидной основной массой, что отличало ее от прежних лав, у которых была очень пористая структура. Мартовская порция лавы была покрыта с поверхности 10-сантиметровой пористой коркой. Волнообразная поверхность потока была испещрена трещинами шириной в 0,5—1,5 м, глубиной в 5 м. Трещины в большинстве случаев простирались на северо-восток 60° .

На глубине 40 см от поверхности поток был раскален до темнокрасного цвета. Судя по медленному передвижению, нижняя часть его была еще довольно вязкая. Передвигающаяся масса разрывала верхнюю пленку с резкими звуками щелчка. Жидкая лава из нижних слоев потока не выжималась по трещинам, потому что центральная часть его обладала повышенной вязкостью, не допускавшей просачивания на отвердевшую поверхность потока.

При посещении Билиюая в конце марта (28, 29, 30 и 31) были обнаружены некоторые изменения. Значительно уменьшилось количество выделений водяных паров и газов из кратера провала. На дне последнего наблюдалось значительное количество глыб, свалившихся с отвесных стенок кратера, особенно в северо-западной части. Южная стенка еще больше обрушилась и снизила свою высоту до горизонтали 90 м. Западный склон конуса осыпался, в результате чего появились неглубокие морщины, похожие на барранкосы. По юго-восточному склону наблюдались трещины протяженностью 10—15 м, с северо-восточным простиранием 40° . Из этих трещин слабо выделялись водяные пары и газы. Из обрывистой стенки обвала интенсивно парили 3 фумаролы. Струи паров и газов со свистом выходили наружу. Лавовые потоки залили северо-западный склон конуса и спустились мощными языками в овраг (рис. 11).

С 7 февраля 1938 г. по 17 января 1939 г. лавовый поток Билуюка протянулся на 16 км вниз к востоку до высоты 335 м от уровня моря. Остывшая часть потока была покрыта большими полями снега, с проталинами у выходов фумарол. Снег в соприкосновении с теплой лавой местами образовывал снеговые мосты, способные удерживать человека. Ими мы часто пользовались при переходах от одной фумаролы к другой, так как передвижение по проталинам было значительно труднее из-за неустойчивых глыб, которые грозили ежеминутно на нас обрушиться.

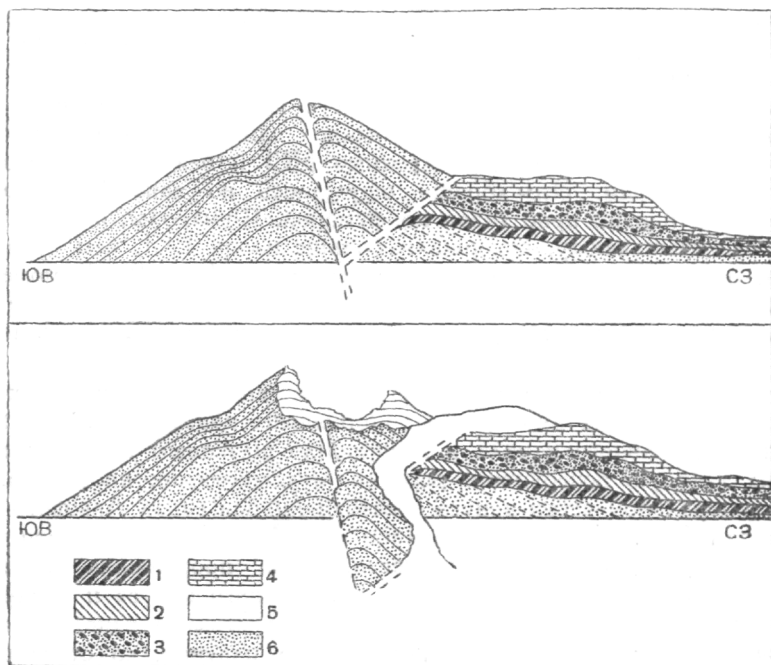


Рис. 10. Схематические разрезы конуса Билуюка. Верхний — до оседания центральной части конуса; нижний — после оседания центральной части конуса.

1 — лава излияния в период февраль — август 1938 г.; 2 и 3 — лава излияния период сентябрь — октябрь 1938 г.; 4 — лава излияния в период ноябрь 1938 г. — январь 1939 г.; 5 — лава излияния марта 1939 г.; 6 — вулканические бомбы, и лаки, лапилли, песок и пепел. Масштабы: горизонтальный — в 1 см — 120 м; вертикальный — в 1 см — 90 м.

В средней части остывшего потока находилось главное русло с отвесными берегами. Местами в середине потока были обнаружены островки с березовым лесом. Лава охватила кольцом и замкнула небольшой холм, поросший березняком.

На всем протяжении лавового поля мы наблюдали большое количество струящихся фумарол. Наибольшее число их было сосредоточено в средней части потока, которой мы дали название «Дымящая деревня», и в 3 км от конуса (рис. 12). Лавовое поле к востоку от «Дымящей деревни» имело небольшое количество фумарол, разбросанных на значительном расстоянии друг от друга.

В фумаролах, где присутствовал в большом количестве хлористый водород, выделяющиеся газообразные продукты всегда окрашивались в голубоватый цвет, что резко отличало их от МРСТ выхода водяных паров, которые сгущались в пары белого цвета. Вокруг таких фумарол отлагались возгоны, главным образом нашатыря, разнообразной окраски. Характерно, что накопление кристаллических возгонов всегда было при-

урочено к поверхности глыб. В более углубленных трещинах нами наблюдались порошковатые скопления или спекшиеся плотные образования, при ударе молотка издававшие металлический звон.

В гротах, сооруженных из лавового нагромождения, или в бывших останцах лавовых пузырей встречались скопления нашатыря желтого и белого цветов в виде сплошных натечных кристаллических масс или отдельных кристаллов. С верхней стенки таких сооружений свисали сталактиты; одновременно на дне их наращивались сталагмиты диаметром в 2 см и более.

Из других фумарол выделялись только водяные пары, иногда с очень незначительным количеством хлористого водорода. Возгоны в та-

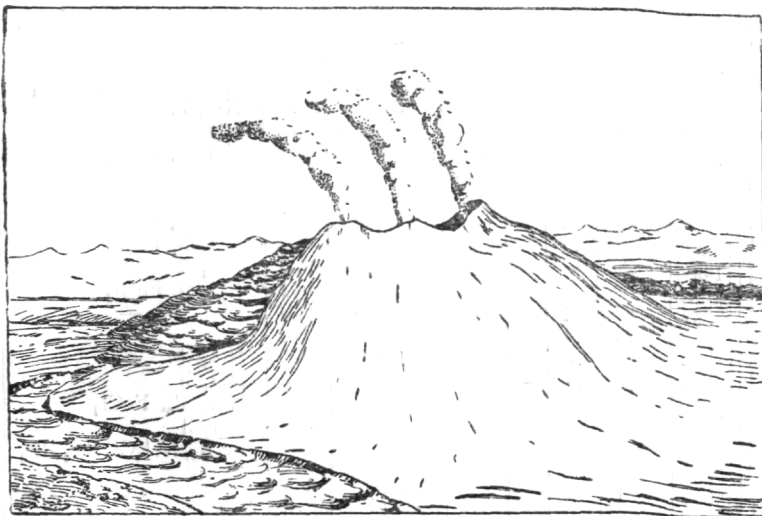


Рис. 11. Западный склон Билюкая. Слева лава, излившаяся в марте 1939 г., огибает северо-западный склон конуса. Из обрывистых стенок кратера интенсивно струятся фумаролы.

ких фумаролах отсутствовали, если не считать белой пленки на поверхности глыб. Наконец, последний тип фумарол характеризовался полным отсутствием выделений водяных паров и газов. Эти фумаролы излучали только тепло. Температурная характеристика фумарол, содержание отдельных компонентов в газовой смеси и химический состав возгонов, собранных в разное время, сведены в табл. 3.

Следует отметить появление в возгонах черного порошковатого углерода, скопление которого наблюдалось в небольших пустотках или в виде тонких пленок среди возгонов нашатыря. Вероятно, углерод не являлся магматическим продуктом, а образовался благодаря обугливанию или сгоранию погребенного лавой леса.

При сравнении площади лавовых потоков более ранних излияний с распространением излияний в январе и феврале 1939 г. обнаруживаются значительные изменения (рис. 12). За это время лавовый поток дал пять больших ответвлений к северо-востоку, а в районе «Дымящей деревни» расширился до 2 км. Мощность излившихся лав местами достигала в этой части около 40 м. У северного края лавового потока образовались трещины протяженностью в 30 м и более меридионального и широтного простирания. Из этих трещин интенсивно парили газы и одновременно отлагались возгоны.

В мае, июле и сентябре 1939 г. лавовый поток почти не перемещался. Он остывал. Большое количество фумарол появилось посередине

Таблица 3

Состав газов в фумаролах
Аналитик И. З. Иванов

Дата наблюдений	№ фумарола	Температура фумарола в °C	Содержание отдельных компонентов в газовой смеси в проц. целых							Возгоны	Расположение фумарола на лавовых потоках
			H ₂ O в мг на 1 л газа	HCl и другие кислые газы	CO ₂	CO	O ₂	H ₂	N ₂		
1938 2/XI	1	150	100	0.6	—	0.4	19.4	—	79.6	NH ₄ Cl, Na ₂ SiF ₆ , FeCl ₃	Рис. 4
	2	20	1600	1.0	—	—	20.3	—	78.7	NH ₄ Cl	» 4
	3	465	1000	0.2	—	—	19.7	—	80.1	NH ₄ Cl	» 4
	4	240	1300	0.8	—	—	19.9	0.01	79.3	NH ₄ Cl, NaCl, FeCl ₃	» 4
	5	265	16000	0.7	—	—	20.3	—	79.0	NH ₄ Cl, FeCl ₃	» 4
	6	275	33	0.4	—	—	19.8	—	79.8	NH ₄ Cl	» 4
	7	400	3.5	0.6	—	0.001	19.5	—	79.9	NH ₄ Cl, FeCl ₃	» 4
	8	800	1000	0.5	—	—	21.0	—	78.5	—	» 4
1939 16/I	9	225	407	3.2	—	—	15.5	—	80.5	NH ₄ Cl, CuCl ₂ · 2H ₂ O	Рис. 12
	10	350	250	2.4	—	0.607	17.3	—	79.69	NH ₄ Cl, FeCl ₃	» 12
	11	335	200	—	—	—	20.7	—	79.3	NH ₄ Cl	» 12
	12	475	500	0.3	—	—	19.6	—	80.1	NH ₄ Cl, FeCl ₃	» 12
	13	205	805	0.1	—	—	20.0	—	79.9	—	» 12
	14	250	715	0.4	—	—	19.2	—	80.4	—	» 12
	15	275	600	0.4	—	—	19.1	—	80.5	NH ₄ Cl	» 12
	16	305	25	0.1	—	—	19.2	—	79.8	NH ₄ Cl	» 12
	17	525	800	1.82	—	—	18.02	—	80.16	Na ₂ SiF ₆ , FeCl ₃	» 12
	18	450	500	0.49	—	—	19.5	—	80.01	NH ₄ Cl	» 12
	19	—	—	—	—	—	—	—	—	FeCl ₃ , NH ₄ Cl, Na ₂ SiF ₆	» 7
1/III	20	50	15	—	—	—	20.2	—	79.8	—	Рис. 9
	21	250	54	0.24	—	—	19.7	—	80.06	—	» 9
	22	375	2	0.46	—	—	19.8	—	79.74	—	» 9
	23	500	100	0.12	—	—	20.0	—	79.88	—	» 9
	24	50	540	1.4	—	—	18.8	—	79.8	NaCl	» 9
29/III	25	500	30	0.56	—	—	19.2	—	80.24	FeCl ₃ , Fe(OH) ₃ , NaCl, Mn(OH) ₂	Рис. 12
	26	525	75	—	—	—	20.4	—	79.6	FeCl ₃ , Fe(OH) ₃ , CaF ₂ , Na ₂ SiF ₆	» 12
	27	75	10	0.2	—	—	20.2	—	79.6	FeCl ₃ , NH ₄ Cl	» 12
30/III	28	250	15	0.4	—	—	20.0	—	79.6	NH ₄ Cl	Рис. 12
	29	225	400	1.72	—	—	18.3	—	79.98	NH ₄ Cl	» 12
	30	200	60	0.9	2.1	—	17.5	—	79.5	NH ₄ Cl, C	» 12
	31	225	1000	0.23	0.5	—	19.2	—	80.07	NH ₄ Cl, C, Fe(OH) ₃	» 12
	32	255	150	0.53	3.0	—	18.19	—	78.23	NH ₄ Cl, C, FeCl ₃	» 12
	33	150	10	—	—	—	20.6	—	79.4	NH ₄ Cl	» 12
	34	160	10	—	—	—	20.5	—	79.5	NH ₄ Cl, CaF ₂ , Fe(OH) ₃	» 12

потока, причем наибольшая концентрация их наблюдалась в районе «Дымящей деревни» (рис. 12). Температура фумарол колебалась в пределах от 130 до 200°C у краевой части потока и от 190 до 425°C в средней части лавового поля. Фумаролы располагались по трещинам в виде цепочки или концентрировались несколькими группами, разобшенными друг от друга.

Большое скопление возгонов наблюдалось в районе «Дымящей деревни», где в фумаролах с температурой 190°C были обнаружены рыхлые образования черного цвета, представляющие собой углерод. Участок лавы от «Дымящей деревни» к западу до конуса и к востоку до конца потока был беднее фумаролами и возгонами.

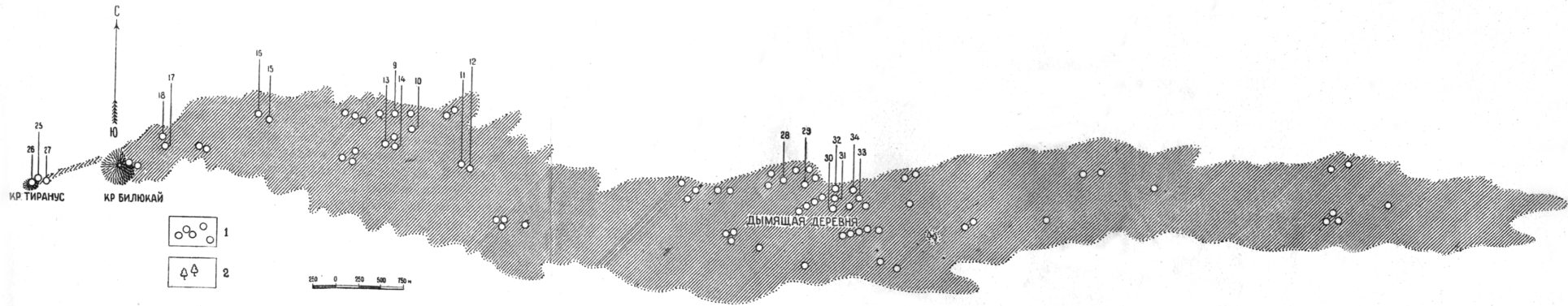


Рис. 12. Схематический план лавового потока Билюкая, январь 1939 г. 1. фумаролы, 2. островки, не залитые лавой

Кратерный провал был засыпан глыбами, свалившимися с северо-восточного шпиля, который сравнился с высотой мартовского излияния лавы. На дне провала стало меньше фумарол. По обрывистым стенкам фумаролы прекратили интенсивную деятельность. Большое количество возгонов FeCl_3 и NH_4Cl образовалось в юго-восточной стенке кратера. Подземные удары не ощущались. Температура лавы мартовского излияния в трещинах достигала 550°C . Иногда слышался треск, происходивший от застывания нижних слоев лавы.

Вулканическая деятельность Тирануса

Побочный кратер Тирануса зародился, по сведениям местных жителей села Камаки и, в частности, очевидца П. П. Кочергина, 6 февраля 1938 г. в 23 часа 30 минут. В это время на восточном склоне Ключевского вулкана появилось невысокое огненное облако, которое продержалось 10—15 минут и рассеялось. После исчезновения красного облака на земле показалась узкая красная полоса, сменившаяся в 24 часа светящейся точкой, принявшей затем вид пылающего костра. Вторая более яркая вспышка, как рассказывал П. П. Кочергин, наблюдалась на том же месте 7 февраля около 2 часов. Эти два вулканических огненных явления и были началом появления побочных кратеров. В первом случае, т. е. 6 февраля 1938 г., возник Тиранус, во втором — 7 февраля, как уже сообщалось Меньяйловым и Набоко [2], зародился Билокай (рис. 9, 17).

Кратер Тирануса расположен в 1 км к юго-западу от Билокая. Сколько-нибудь хорошо выраженный конус у Тирануса отсутствует, скорее кратер напоминает глыбовый навал. Глыбовые нагромождения у кратера и прилегающая к нему территория обильно покрыты песком и пеплом.

Ко времени исследования на предполагаемом месте кратера излияния наблюдались трещины, из которых парили фумаролы. Температура последних равнялась $75\text{—}525^\circ\text{C}$.

Лавовый поток излился в один прием и вытянулся узкой лентой на 30° на северо-восток. По минералогическому составу лава относится к оливино-пироксеновому базальту. Наблюдаются плотные и пористые разности. Характерно, что на лавовом потоке отсутствовали фумаролы.

За время наблюдения Тиранус спокойно парил из заваленного кратера и не давал ни одного эксплозионного выброса. Содержание отдельных компонентов в газовой смеси и состав возгонов приведены в табл. 3, под номерами фумарол 25, 26 и 27.

В заключение следует отметить, что в период наблюдений, с 1 ноября 1938 г. по 1 октября 1939 г., паразитические кратеры Третий и Козей, расположенные к западу, выше Тирануса, у подошвы конуса Ключевской сопки, были пассивны. Из-за полного отсутствия видимых выделений вулканических продуктов упомянутые кратеры не были предметом наших наблюдений.

Л и т е р а т у р а

1. Иванов И. З., Газы и возгоны Билокая и Туйлы, побочных кратеров Ключевского вулкана.— Бюлл. Вулканолог. ст. на Камчатке, № 8, 1940.
2. Меньяйлов А. А. и Набоко С. И., Деятельность камчатских вулканов за 1-й квартал 1938 г.— Бюлл. Вулканолог. ст. на Камчатке, № 6, 1939.
3. Набоко С. И., Деятельность побочного кратера Билокай в период июль-сентябрь 1938 г.— Бюлл. Вулканолог. ст. на Камчатке. № 8, 1940.
4. Попков В. Ф., Макросейсмические наблюдения в районе Ключевского вулкана с 11 ноября 1938 г. по 12 апреля 1939 г.— Бюлл. Вулканолог. ст. на Камчатке, № 9, 1941.
5. Попков В. Ф., Наблюдения за деятельностью Ключевского вулкана с 1 апреля по 1 июля 1939 г.— Бюлл. Вулканолог. ст. на Камчатке, № 10, 1941.

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.

Колдцеобразный 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:

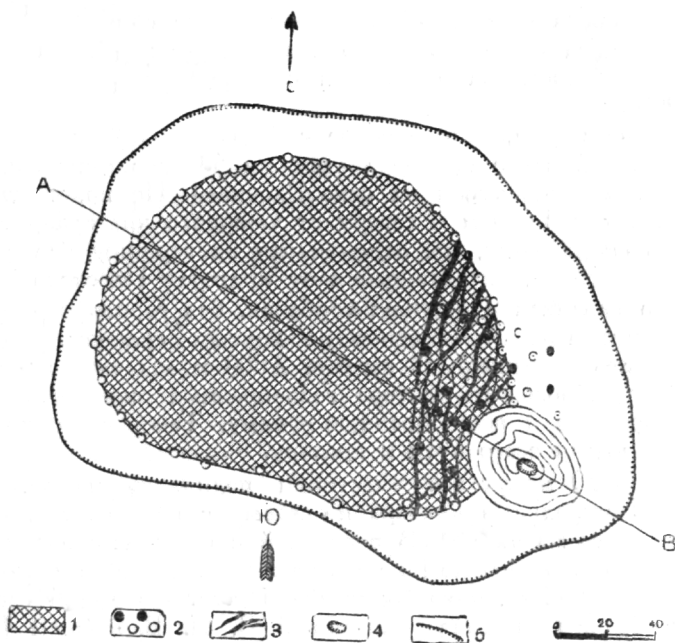


Рис. 2. План колодцеобразного провала в кратере вулкана Плоский Толбачик.

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, лапилли 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 разбрызганные 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 10×6 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 простиранием к юго-востоку $120\text{--}125^\circ$; 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 волоконподобных 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 колодезеообразного 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 м^3 , 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-

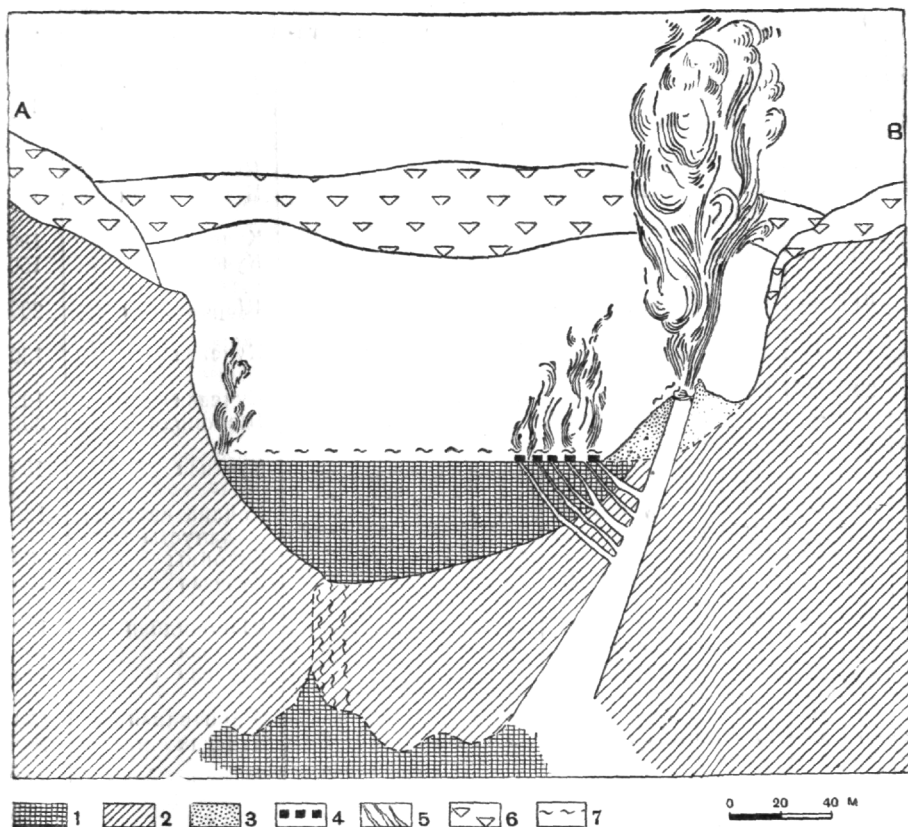


Рис. 3. Схематический гипотетический разрез по линии *АВ* колодезобразного провала кратера Плоский Толбачик, по состоянию до 20 февраля 1940 г. и гипотетическое представление о состоянии кратера после излияния лавы из западного жерла.

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 поды- ема над крате- ром в мет- рах
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 уздах завязанных капюшонов выросли ледяные сосульки в кулак величиной.

При восхождениях в зимних условиях из снаряжения, как правило, нужно, иметь камлейки — легкие матерчатые халаты с капюшоном, 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 гасли. 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 колодезобразном 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-

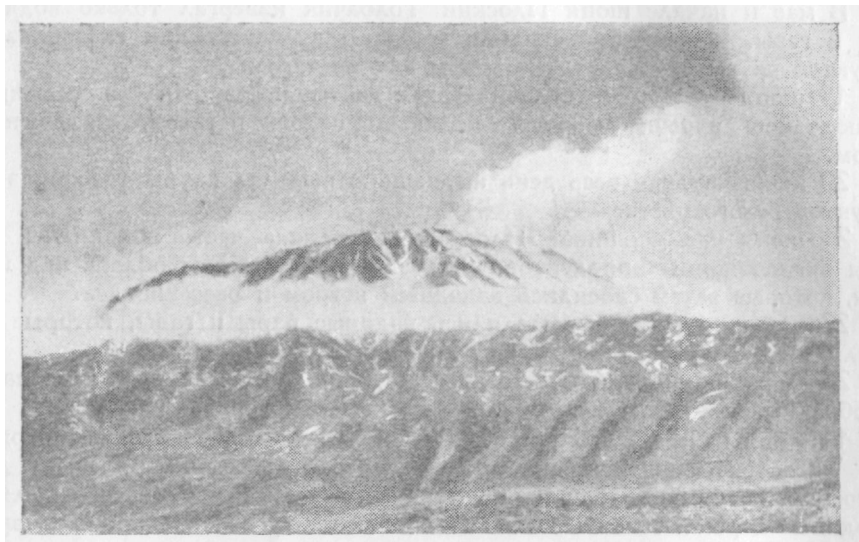


Рис. 4. Вулкан Плоский Толбачик с северо-восточной стороны. Из кратера частые взрывы-выбросы, сопровождающиеся выделениями водяных парой и газов в интервалах через 1—4 мин.

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 эксплозионные 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, эксплозионные 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. Вулканолаг. ст. на Камчатке, № 2, 1937.
2. Влодавец В. И., Ключевская группа вулканов.— Труды Камчатской Вулканолаг. 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).



В. Ф. ПОПКОВ

СОСТОЯНИЕ КЛЮЧЕВСКОГО ВУЛКАНА В 1940 г.

Деятельность Ключевского вулкана в 1940 г. характеризовалась слабыми выделениями газообразных продуктов. Такая пониженная активность сохранилась в течение всего срока наших наблюдений. 1403 часа 18 минут, во время которых вулкан был открыт, не было отмечено ни одного эксплозионного выброса. Действовали только фумаролы, а временами даже и они находились в покое.

Энергичная разгрузка вулканического очага побочным кратером Билокаем несомненно повлияла на дальнейшую деятельность Ключевского вулкана [2]. Кроме того, возобновившаяся эруптивная деятельность вулкана Плоский Толбачик [3], вероятно, в какой-то степени тоже отразилась на активности Ключевского вулкана.

Январь. В этом месяце вершина вулкана была открыта в течение 29 часов 28 минут. Большею частью имела место только деятельность фумарол. Очень часто в продолжение нескольких часов по северному, восточному и западному краям кратера наблюдались белые струйки пара и газа, подымавшиеся вверх над кратером с неодинаковой силой. Газообразные продукты отдельных восточных фумарол устремлялись вверх и принимали кудреватую форму, из западных же водяные пары и газы выделялись тонкой струей и быстро рассеивались. Когда все фумаролы слабо парили, по краям кратера образовывалось кольцо из паров и газов. При интенсивной деятельности фумарол струи соединялись в пустотелый цилиндр, который долгое время держался над кратером. Иногда выделявшиеся водяные пары и газы заполняли всю чашу кратера, и тогда трудно было различать струйки белых фумарольных газов. В таких случаях газообразные продукты сначала концентрировались в густое белое облако, а затем, перекатываясь через край кратера, сползали (как, например, 1 января) по западному склону вниз до горизонтали 3 500 м.

Февраль. За этот месяц Ключевской вулкан был открыт в течение 65 часов 30 минут. В начале месяца (3 и 4 числа) он парил всем кратером. Газообразные продукты накапливались в кратерной чаше, а потом поднимались вверх и сносились ветром к востоку. В большинстве же случаев водяные пары и газы переваливали через край кратера и сползали вниз по ледниковому воротнику конуса.

11 февраля вулкан был спокоен. По восточному и западному краям кратера парили только фумаролы. Западные струйки белых фумарольных газов поднимались на высоту более 150 м. Восточные фумаролы слабее выделяли газообразные продукты, которые скатывались по восточному склону и рассеивались в воздухе.

13, 20 и 21 февраля деятельность вулкана была более интенсивной. Выделявшиеся в большом количестве газы и водяные пары собирались над кратером в облака кучевой формы. Газообразные продукты поднимались вверх на 500—600 м и сносились 13 и 20 февраля к востоку, а 21 — к западу.

29 февраля в 11 часов 30 минут восточные и западные фумаролы парили по краям кратера. Восточная группа фумарол интенсивно выделяла водяные пары и газы. Среди них заметны были пять сильных струй, которые поднимались вверх, принимая кудрявую форму. Между тем, западные фумаролы парили настолько слабо, что их тонкие струйки были видны только в оптические приборы.

Март. За время наблюдения вулкан был открыт в течение 46 часов 40 минут. В первой половине месяца он переживал слабую фумарольную деятельность.

11 марта в 17 часов фумаролы прекратили выделение водяных паров и газов и вулкан находился в полном покое.

23 марта в 14 часов из восточной части кратера стали появляться клубы газообразных продуктов. Они поднимались на высоту более 300 м, делали поворот к западу и рассеивались. Одновременно интенсивно работали фумаролы.

27, 28, 30 и 31 марта вулкан вновь находился в стадии фумарольной деятельности. Водяные пары и газы сдувались ветром к востоку настолько быстро, что они не успевали накапливаться в кратере. Только 31 марта с 8 часов 20 минут до 14 часов газообразные продукты выделялись уже такими порциями, что над кратером образовалось невысокое облако кучевой формы. С 16 часов прекратилось выделение газообразных продуктов из кратера, но начались слабые выделения паров воды и газов из восточных фумарол.

Апрель. Вулкан был открыт в течение 211 часов 25 минут. В начале месяца (4, 8, 10, 11, 12 и 13 апреля) интенсивных выделений из кратера не происходило. Активность вулкана проявлялась лишь в слабой деятельности фумарол. Только 8 апреля в течение двух часов восточные фумаролы парили сильными струями. Газообразные продукты поднимались вверх на высоту 300 м и там рассеивались. В западной части и в центре кратера пары воды и газы не выделялись. 6, 9 и вечером 13 апреля вулкан энергично парил всем кратером. Пары воды и газы поднимались вверх на 1 750 м (9 апреля), делали там изгиб и вытягивались длинной полосой к востоку.

Вторая половина месяца была характерна тем, что интенсивная деятельность фумарол сопровождалась извержениями газообразных продуктов из восточного и западного жерл. Пары воды и газы, выделявшиеся из них, соединялись в единое облако, которое затем вытягивалось на 37 км (20 апреля) к западу.

22 апреля газообразные продукты поднимались вверх у восточного жерла и создавали пиниеобразное облако высотой более 500 м над кратером. После этого вулкан вновь вступил в состояние покоя. Только иногда очень слабые струйки пара появлялись на восточном и западном краях кратера (23, 25, 27 и 28 апреля). В остальные дни вулкан находился в полном покое. В этом состоянии он пробыл 36 часов 30 минут.

Май. Ключевской вулкан был открыт в течение 159 часов 7 минут. С 1 по 13 мая в течение 126 часов 15 минут наблюдалась деятельность только фумарол. 12 мая две восточные и одна северная фумаролы уступали в своей активности южной фумароле, которая выделяла много водяных паров и газов. К полудню приток вулканической энергии, наоборот, стал заметнее у восточных фумарол. Через час вулкан стал парить всем кратером. В таком состоянии он находился в течение 11 часов и 26 мая. Иногда же (3, 4, 6 и 9 мая) вулкан не проявлял никаких признаков жизни. Так, за время с 14 по 18 мая вулкан находился в состоянии покоя в течение 50 часов.

19 мая стали появляться из фумарол газообразные продукты над западным и восточным краями кратера.

28 и 31 мая интенсивно выделялись водяные пары и газы из восточного жерла. По западному краю кратера парили только фумаролы. Из восточного жерла газообразные продукты кучевым облаком поднимались вверх на 350 м.

Июнь. Вулкан был открыт в течение 136 часов 15 минут. 1 и 2 июня извержение паров воды и газов происходило из восточного жерла. Клубы газообразных продуктов поднимались вверх на высоту 550 м. 2 июня в 20 часов выделение пара из восточного жерла прекратилось и начали парить фумаролы по всем краям кратера. Временами фумаролы восточного края струились энергичнее, чем западные. По восточной трещине лавовой корки, образовавшейся при извержении в 1937 г., тоже поднимались струи фумарол. От их воздействия ледник подтаивал и постепенно углублялся, в результате чего образовалась выемка на восточном краю кратера. Аналогичное явление происходило (10 июня) по западному склону лавовой корки, с той лишь разницей, что углубление, образовавшееся здесь, было незначительным.

С 3 по 16 июня по краям кратера действовали фумаролы. Только 12 июня в 13 часов наблюдалось интенсивное парение всем кратером. Повышенная активность вулкана возобновлялась 17 и 25 июня, когда энергично выделялись клубы белого пара и газа из восточного жерла, в то время как деятельность западного жерла ограничивалась спокойным, слабым выделением паров. Клубы газообразных продуктов поднимались на 150—200 м вверх и затем рассеивались.

С 20 по 24 июня вулкан находился в состоянии покоя. Иногда слабо струились фумаролы, расположенные по западному и восточному краям кратера. Следует отметить, что переход от состояния фумарольной деятельности кратера к покою и обратно происходил сравнительно быстро. Например, 20 июня вулкан открылся в 16 часов 35 минут с струящимися фумаролами по восточному краю кратера, а в 18 часов вулкан был в покое. 25 июня в 6 часов вулкан не действовал, а в 10 часов он стал энер-

Характер деятельности Ключевского

Месяцы	Пари и газы выделялись клубами из жерла				Парил всем кратером			
	продолжительность		показания барометра в мм		продолжительность		показания барометра в мм	
	часы	минуты	минимальное	максимальное	часы	минуты	минимальное	максимальное
Январь . . .	—				4	00	745.1—749.6	751.8—788.7
Февраль . .	—	—	—	—	44	15	741.8—744.9	751.2—760.2
Март	3	00	750.1	750.4	9	40	750.5	751.4
Апрель . . .	9	35	744.2—749.1	756.0—757.5	38	05	746.0	755.0
Май	4	00	750.5	755.0	22	12	747.5	750.5
Июнь	16	20	745.0—749.5	750.0—751.5	5	30	754.0	755.0
Июль	18	00	745.5 ₁	747.5 ₁	9	00	758.5	
Август . . .	8	00	656.0	667.0	—	—	—	—
Сентябрь . .	—	—	—	—	20	30	745.0	751.0
Октябрь . .	17	30	745.5	748.0	31	10	743.0—747.5	750.5—755.0
Ноябрь . . .					123	40	751.0	756.0

гично выделять пары и газы из восточного жерла. При последующих наблюдениях переход из одного состояния вулкана в другое происходил в пределах 1 часа 30 минут.

Июль. Вулкан был открыт в течение 257 часов 43 минут. 3 и 21 июля из восточного жерла интенсивно выделялись пары воды и газы. Эти продукты концентрировались над кратером в облаке кучевой формы, а затем либо скатывались по восточному склону конуса (21 июля), либо рассеивались в воздухе. В остальные дни в течение 230 часов 43 минут по краям кратера слабо парили фумаролы или вулкан находился в покое.

4 июля с 0 часа до 3 часов 45 минут наблюдалось северное сияние. Небо пылало фиолетовыми, розовыми, желтыми и белыми полосами огня. На таком цветном фоне эффектно вырисовывался темный силуэт вулкана Шевелуч.

Август. Из 62 часов 15 минут, когда Ключевской вулкан был открыт, только 8 часов приходится на активное состояние кратера (26 августа). Оно выразилось в энергичном выделении клубов газов и паров воды из южного жерла, поднимавшихся на высоту 500 м.

11, 14 и 15 августа очень слабо выделяли пары то одна, то две восточные фумаролы. Остальные 40 часов 35 минут вулкан был в покое.

Сентябрь. Вулкан был открыт в течение 135 часов 55 минут. 5, 6, 14, 19 и 20 сентября пары выделялись из всего кратера. Газообразные продукты часто поднимались вверх и затем рассеивались. В отдельные дни наблюдений по краям кратера струились фумаролы. Продолжительное время (58 часов 30 минут) вулкан находился в покое.

Октябрь. Вулкан был открыт в продолжение 102 часов 40 минут. На протяжении всего этого времени он часто переходил от выделения газообразных продуктов всем кратером к выделению их фумаролами, а одно время находился в покое.

Таблица 1

вулкана в 1940 г.

Месяцы	Пары и газы выделялись из фумарол				В покое без всяких видимых выделений			
	продолжительность		показания барометра в мм		продолжительность		показания барометра в мм	
	часы	минуты	минимальное	максимальное	часы	минуты	минимальное	максимальное
Январь . . .	25	28	740.2—742.0	742.2—745.8				
Февраль . . .	21	15	734.4—735.00	751.2—753.00	—	—	—	
Март	32	00	734.4—736.4	762.4—764.4	2	00	—	—
Апрель . . .	126	15	729.0—738.0	760.0—762.0	36	30	734.0—739.0	762.0
Май	82	55	730.0—731.5	758.0—760.0	50	00	760.0	760.5
Июнь . . .	74	10	757.5	758.0	40	15	752.0	753.0
Июль	189	03	739.0—745.0	747.0—752.0	41	40	743.5—747.5	753.0—751.0
Август . . .	13	40	667.0*	692.0*	40	35	677.0*	692.0*
Сентябрь . .	56	55	736.8	742.6	58	30	760.0	763.0
Октябрь . .	51	00	759.0	760.0	3	00	729.0	733.0
Ноябрь . . .	73	35	729.0—731.5	733.0—738.5				

* Показания барометра в августе брались на высоте 1000 м над уровнем моря.

Энергичное выделение паров и газов имело место 5, 30 и 31 октября. Газообразные продукты клубами поднимались вверх на высоту 700 м и там прядью вытягивались к востоку, а в одном случае к западу. В остальные дни вулкан выделял пары воды и газы всем кратером или чаще из фумарол.

Ноябрь. Вулкан был открыт в течение 197 часов 15 минут. В начале месяца вулкан продолжал слабо выделять газообразные продукты (всем кратером) в течение 123 часов 40 минут. Они скоплялись малыми порциями над вулканом, а потом относились ветром к востоку.

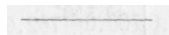
13 ноября пары воды и газы скатывались по склону конуса вниз до горизонтали 4 000 м и там рассеивались.

В конце месяца, с 25 по 30 ноября, энергично действовали лишь фумаролы, расположенные на восточном и западном краях кратера. Струйки паров и газов часто поднимались вверх в виде кудрей.

В табл. 1 сведены данные, характеризующие деятельность Ключевского вулкана в 1940 г. В графах показано, сколько времени и в каком состоянии находился кратер. Кроме того, приводятся минимальные и максимальные показания барометра, относящиеся ко времени проявления того или иного характера деятельности вулкана. Из этой таблицы можно сделать вывод, что некоторое повышение активности вулкана происходило при атмосферном давлении в пределах 742—760 мм ртутного столба. Наоборот, слабую деятельность фумарол или состояние покоя наблюдали при низких показаниях барометра (729 мм), или при высоком давлении (760—764 мм ртутного столба). Однако необходимо отметить, что в отдельных случаях барометрические показания лежат вне указанных пределов. Повышение или понижение деятельности вулкана в зависимости от атмосферного давления мы пытались подметить и в предыдущих наблюдениях [2]. Они не дают нам однозначных показаний, но приближаются к вышеуказанным интервалам атмосферного давления. Возможно, что при спокойном состоянии вулкана атмосферное давление в какой-то мере влияет на его деятельность, но вряд ли можно наблюдать эту зависимость во время его эксплозионных и эффузионных извержений.

Литература

1. Попков В. Ф., Наблюдения за деятельностью Ключевского вулкана с 1 апреля по 1 июля 1939 г.—Бюлл. Вулканолог, ст. на Камчатке, № 10, 1941.
2. Попков В. Ф., О деятельности Билуюкая в 1938—1939 гг. Помещена в наст. бюллетене.
3. Попков В. Ф., Вулканическая деятельность Плоского Толбачика в 1940 г.—помещена в наст. бюллетене.



В. И. ВЛОДАВЕЦ

ЗАМЕТКИ О ВУЛКАНАХ

Карымский вулкан. В августе 1940 г. в Петропавловске-Камчатском мне сообщили, что в феврале того же года произошло извержение Карымского вулкана.

Проезжая 3 сентября мимо Карымского вулкана, я наблюдал в течение всего дня мощный пинеобразный столб шириной около 200 м у кратера и высотой около 4 км над кратером. Цвет столба был темносерый. Мощность выделяемых газообразных и рыхлых продуктов почти не изменялась в продолжение всего дня.

При возвращении 18 декабря были видны утром только небольшие струйки фумарол на краю кратера Карымского вулкана, но около 11 часов происходило несколько более сильное выделение белых паров (временами становившихся серыми) из жерла вулкана. Таким образом, можно считать, что Карымский вулкан в 1940 г. находился в стадии эруптивной деятельности и, в частности, что в начале сентября происходило эксплозионное извержение.

Плоский Толбачик. В ночь с 4 на 5 сентября, по наблюдениям И. И. Боброва из с. Козыревска, было видно зарево над Плоским Толбачиком. На фоне этого зарева временами были видны огненные искры, вылетающие из кратера.

28 сентября с 19 до 21 часа мною с северного склона Ближней Плоской сопки наблюдалось сильное зарево над кратером Плоского Толбачика.

10, 11 и 12 ноября из Усть-Камчатска мною наблюдалось сильное газовое, временами с пеплом, извержение Плоского Толбачика. Ночью с 11 на 12 ноября было видно зарево, а 12 с 20 часов до 20 часов 50 минут — зарево с обильным количеством искр, свидетельствовавших об эксплозионной вспышке во время эруптивной деятельности этого вулкана.

13 ноября выделение газов значительно уменьшилось и цвет их был только белый, а 14 ноября выделений газов совсем не происходило.

24 ноября наблюдалось новое извержение Плоского Толбачика. Весь день происходило сильное выделение газообразных продуктов, а ночью было видно слабое зарево.

29 ноября над кратером были видны пульсирующие выбросы.

8 декабря происходило мощное равномерное выделение газов и паров из кратера вулкана.

Мутновский вулкан. 20 декабря были видны из Петропавловска-Камчатского интенсивные выделения газообразных продуктов из кратера вулкана. Так же интенсивно выделялись они и 21 декабря, но от 15 часов 30 минут до 16 часов 10 минут выделялись только из двух жерл, причем струя из западной половины кратера была примерно в четыре раза мощнее, чем из жерла восточной части кратера.

Б. И. ПИЙП

АКТИВНОСТЬ ВУЛКАНА ТОЛБАЧИК

(январь 1941 Г.)

Эруптивная деятельность Толбачинского вулкана началась в феврале 1940 г., до какового времени он долго пребывал в стадии фумарольной активности.

Сведения о начале эруптивной деятельности и некоторые личные наблюдения над состоянием вулкана летом и осенью 1940 г. сообщает В. Ф. Попков в статье, помещенной в этом номере Бюллетеня.

В предлагаемой заметке приводятся данные о состоянии вулкана в январе 1941 г. по наблюдениям автора и некоторые сведения об активности его в предыдущие месяцы, собранные от жителей соседних с вулканом селений.

Толбачинский вулкан и кратер его кратко описывают по материалам своих восхождений В. С. Кулаков [2] и В. И. Влодавец [1]. Оба они допускают существование в этом массиве двух вулканов: потухшего Острого Толбачика и активного Плоского Толбачика. Вулкан, однако, еще мало изучен, и вполне достоверные данные о его структуре отсутствуют.

Впервые я увидел Толбачинскую сопку днем 24 ноября 1940 г. с дороги от сел. Нижне-Камчатск и сел. Камаки, с расстояния около 100 км. Над плоской вершиной вулкана поднималась сравнительно тонкая и невысокая струя газов, относимая ветром на восток. По сравнению с соседними атмосферными облаками струя газов казалась немного более серой. Вечером, с наступлением темноты, над вершиной вулкана стало видно неподвижное тусклокрасное зарево, которое то медленно тусклоло, то вновь довольно ярко разгоралось. На следующий день опять была видна струя газов, выход которых из кратера слегка пульсировал. Из села Ключи Толбачик уже стал не виден, его заслонили Ключевская сопка и соседние с нею вулканы.

Жители сел. Камаки утверждали, что подобного рода зарево над вулканом они видели в предшествующие дни ноября, а до этого оно было видно только летом. В. И. Влодавец сообщил, что зарево над вершиной Толбачика он наблюдал из Усть-Камчатска в середине и конце ноября.

13 января я выехал на собаках к вулкану с целью подняться на активную вершину его, познакомиться с формой деятельности и собрать образцы газа, лавы и возгонов. На вершину подняться удалось 25 января (рис. 1), но, к сожалению, в плохую погоду. Нашедшие с востока облака закрыли кратер, а разыгравшаяся вслед за этим метель вынудила меня уйти с вершины, так и не дав возможности увидеть внутренность кратера и совершающееся там действие. По ряду причин выждать ясной погоды было невозможно.

Все же во время нахождения у подошвы вулкана, откуда хорошо видна картина активности его, были сделаны некоторые наблюдения, на основании которых можно составить себе представление о природе происходящих в кратере вулканических явлений.

Подъем к кратеру по довольно пологому юго-западному склону был совершен во второй половине дня и захватил часть ночи. В дневное время можно было видеть, откуда выходили и в какой форме росли клубы изверженного газа. Газ через очень короткие интервалы выходил из строго фиксированного пункта в виде белоснежных клубов, напоминающих по форме кочаны цветной капусты. Эти округлые, сфероидальные облачка поднимались невысоко (не более 200 м) над кратером и, поднявшись, начинали быстро расширяться, не теряя, однако, своей округлой формы. Поперечник их тотчас после взлета, до расширения, был примерно около



Рис. 1. Толбачинский вулкан от Средне-Камчатска.

200—250 м. Во время расширения облачко подхватывалось ветром и сносило в сторону, освобождая место для подъема нового такого же облачка. Пульсирующие выбросы газа, относимые ветром, принимали в первый момент форму трубообразной струи, поперечник которой был около 400—500 м. Далее эта струя уплощалась и далеко вытягивалась по ветру. Так было днем.

Продолжая подниматься ночью, можно было хорошо рассмотреть и световой эффект изверженных облаков. Огненно-красное освещение отбрасываемое исключительно на нижнюю поверхность завитков изверженного газа или атмосферных облаков, проходящих над вершиной, было несомненно отблеском жидкой светящейся лавы. Отблеск, судя по отсутствию бокового освещения, происходил из того же пункта кратера откуда поднимался газ. Это освещение пульсировало в яркости: облака газа то внезапно озарялись ярким оранжево-красным светом, то через несколько секунд становились тусклокрасными, едва видимыми.

В довольно близком расстоянии от кратера стал слышен и шум, сопровождающий выделение газа. Этот шум был приглушенным и слабым и напоминал глухой протяжный шелест деревянного тона. Звук длился не более 1—1,5 секунды и повторялся через неправильные интервалы от 3 до 15 секунд. Подобного рода шум сопровождал выброс клубов газа и совпадал с моментом усиления яркости огненно-красной окраски облаков газа.

В тех слабых струях вулканического газа, которые доходили до нас чувствовался запах двуокиси серы и сероводорода.

В общем виде такую же картину активности мы наблюдали с 14 по 23 января во все ясные дни с более далеких расстояний (рис. 1). По рассказам жителей Козыревского совхоза, Козыревска, Средне-Камчатска и Макарки, такой эта активность была и в ноябре—декабре 1940 г. По свидетельству Н. Ф. Слободчикова, единственного жителя покинутого сел. Толбачик, активность вулкана была наиболее сильной в ноябре; в

первых числах этого месяца произошел выброс пепла, а в последующие дни огненным заревом ночью были освещены почти все склоны вулкана.

Чтобы представить себе картину происходящих в кратере явлений, необходимо обратиться к имеющимся описаниям кратера. В. И. Влодавек [1], поднимавшийся на Толбачик в августе 1936 г., указывает, что кратер представлял тогда мелкую впадину, в поперечнике около 300 м, с плоским лавовым дном. В северо-восточной части кратера был виден глубокий провал с осыпями на дне, откуда поднимались густые клубы фумарольных газов, а временами и пепел. Стенки кратера и провала были

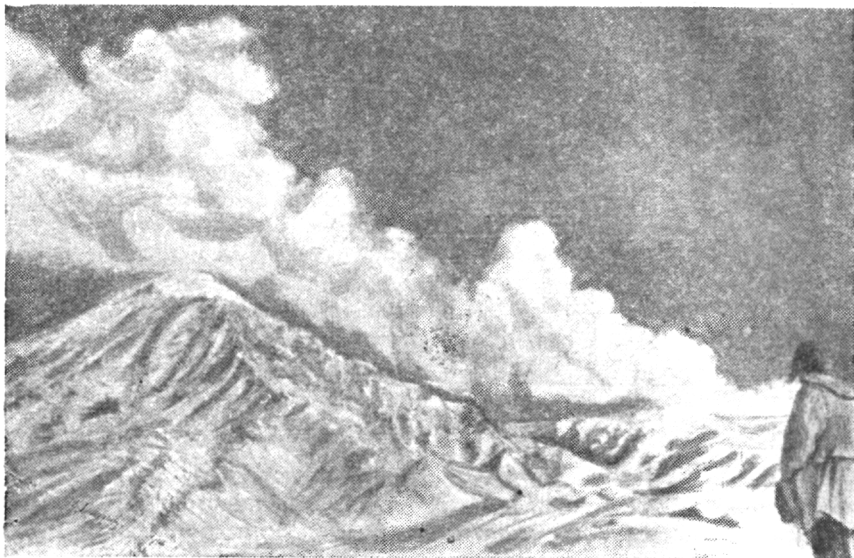


Рис. 2. Обычная форма деятельности Толбачика (14—29 января 1941 г.).

почти вертикальными, причем в стенках провала были заметны пещерообразные углубления. Лава, ровным слоем залившая дно кратера, была волнистой. По облику кратер, таким образом, вполне напоминал кратер Гавайского вулкана.

Имея в виду указанную форму кратера, можно резюмировать сделанные нами наблюдения следующим образом:

1. В кратере находится жидкая светящаяся лава, которая выступает из провала и, возможно, разливается озером по дну кратера.

2. Из того же провала сквозь жидкую лаву через короткие и неправильные интервалы времени выбивается газ, производя характерный глухой шелест деревянного тона.

3. В момент прохождения поверхностного слоя жидкой лавы и соприкосновения с воздухом газ, повиdimому, повышает температуру лавы, что сказывается в более ярком свечении последней. Возможно существование горящих пламенем вулканических газов, но над кромкой кратера они не показывались.

4. Выпадение «волос Пеле» в окрестностях вулкана (собраны В. Ф. Попковым летом 1940 г.) указывает, что в кратере временами образуются лавовые фонтаны. Возникновение последних несомненно обязано эпизодическому усилению напора газа. Появление черных пепловых облаков над кратером, как это было, например, в начале 1940 г., повиdimому,

¹ Как видно из наблюдений В. Ф. Попкова, напечатанных в этом же номере, «волосы Пеле» образовались в данном вулкане иным путем. (Прим. редактора.)

вызвано сильным выделением газов через несколько остывшую вершину лавовой колонны.

Эта деятельность, судя по тем наблюдениям, которые мы сделали, и по тем впечатлениям, которые она в продолжение почти целого года производила на жителей соседних селений, представляется весьма спокойной. Те небольшие усиления выбросов газа, о которых было сказано, быть может, и следует считать кульминационными фазами активности, но они были непохожи на эксплозии и были далеки по интенсивности от пароксизмальных извержений активного цикла в вулканах с вязкими лавами. Это отсутствие катаклизмов в активности Толбачика несомненно объясняется наличием в кратере жидкой вершины лавовой колонны и установлением равномерных оттоков газа из магматической камеры.

Хотя имеющихся данных мало, чтобы определить форму активности Толбачика, но, кажется, мы не сделаем большой ошибки, если будем считать форму этой активности в некоторой степени промежуточной между типами Гавайи и Стромболи. Следуя Escher [3], классифицирующему вулканическую деятельность по силе извержения, т. е. в зависимости от величины газового давления в магме и количества газа, или геологически — от глубины магматической камеры и ее объема, деятельность Толбачика надо считать более близкой к типу Гавайи.

Л и т е р а т у р а

1. Влодавец В. И., Ключевская группа вулканов.— Тр. Камчатской вулканолог. ст., вып. 1, 1940.
2. Кулаков В. С., Гавайский тип вулканов на Камчатке.— «Природа», № 10, 1936.
3. Escher B. G., On a classification of central eruptions according: to gas pressure of the magma and viscosity of the lava.— *Leidsche Geologische Mededeelingen*, Dal VI. Afl. 1. 1933.



Б. И. ПИЙП

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВУЛКАНОВ КЛЮЧЕВСКОЙ ГРУППЫ

(с декабря 1940 г. по май 1941 г.)

Ключевской вулкан

Активность вулкана в течение описываемого времени была исключительно фумарольной. Пункты деятельности: вершинный кратер вулкана и паразитные конусы группы Билукая, находящиеся на восточном склоне горы.

За состоянием кратера велись ежедневные наблюдения из селения Ключи, а на Билукай была сделана зимой поездка на собаках. Наблюдали за вулканом автор этих строк и В. И. Попов.

Вершинный кратер. За полугодовой период наблюдений вершина вулкана была видна только в течение 85 дней. В эти дни над кратером обычно были заметны белые струйки и клубы фумарольных газов, которые по форме, объему и высоте подъема над кромкой кратера ежедневно менялись. Рост в высоту этих фумарольных клубов обычно был небольшой — не более 100—200 м над кратером. Ряд выбранных из журналов наблюдений зарисовок, приведенных на рис. 1, дают некоторое представление о состоянии кратера за этот период времени.

Постоянные фумаролы фиксировались в двух пунктах кратера: в восточной половине и у западной кромки. Наиболее интенсивными в действии, постоянными и богатыми газом фумаролами были восточные, но изредка, в отдельные дни, и они совершенно исчезали над кромкой вершины. Западные фумаролы, менее обильные газом, чаще прекращали свою видимую деятельность (не были видны над гребнем кратера).

Попеременное ослабление тех и других фумарол, различная высота подъема струек их, изменение плотности клубов газа и т. п. — все это скорее вызывалось атмосферными причинами, чем пульсацией выделений газа из вулканического очага. О спокойном состоянии последнего свидетельствует факт почти совершенного отсутствия за описываемое время сейсмических явлений в окрестностях вулкана. Кроме этих случайных, частью, быть может, только кажущихся изменений в деятельности фумарол, наблюдались и закономерные явления в режиме газовых выделений кратера. Обычно к концу каждого месяца нельзя было не заметить довольно резкого ослабления деятельности фумарол, которое в отдельные дни было таким, что струйки фумарол над кратерным гребнем совершенно исчезали и вулкан в эти дни казался совсем безжизненным. Возникает вопрос: не связано ли это явление с силой лунного притяжения, действующей в разной степени (в зависимости от фаз луны) на жидкую Массу вулканического очага?

Ровное и спокойное, вообще говоря, состояние вулкана только однажды было нарушено небольшим усилением активности. В середине дня 2 апреля, после того как с вершины сошли облака, были замечены на склонах кратера три черные полосы, остро вклинивающиеся книзу (рис. 1, нижний левый); одна из полос опустилась вниз метров на 300

по высоте. Из кратера в это время поднимались довольно густые и более обильные, чем в предшествующие дни, но такие же белые, как и раньше, клубы газа. Эти неожиданно появившиеся полосы могли представлять только насыпи свежесыпавшего вулканического песка, выброс которого произошел или днем 1 апреля, или в ночь с 1 на 2 апреля, когда вулкан был закрыт облаками. До этого, утром 1 апреля, таких полос на склоне

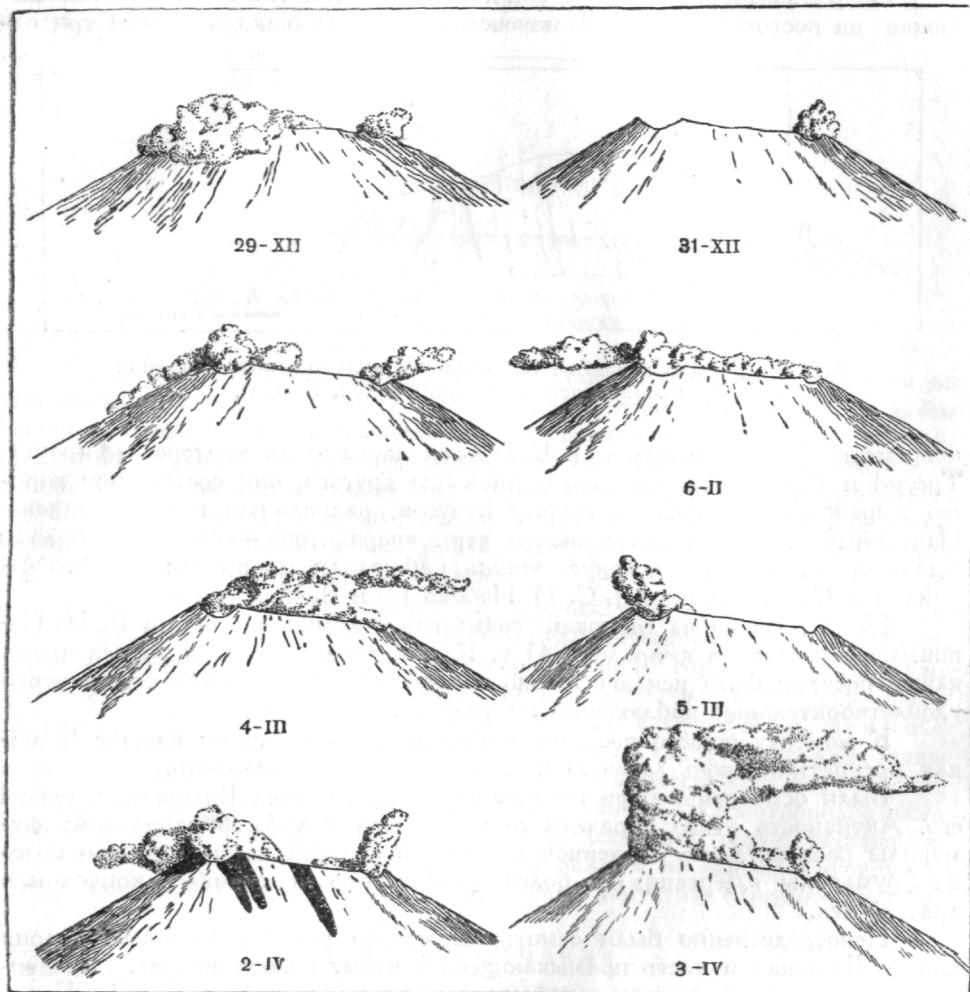


Рис. 1. Форма выделения газа из кратера Ключевского вулкана (декабрь 1940 — май 1941 г.).

не было. 3 апреля весь день из всей кратерной впадины поднимались высоко вверх густые белые клубы газа; к вечеру высота подъема их достигла 750—900 м над кромкой кратера (рис. 1, нижний правый). Характерно, что ток газов из восточных фумарол в это время был настолько сильным, что восточный ветер отклонял ослабевшие клубы газа только на высоте 600—700 м над кромкой кратера. В первой половине 4 апреля интенсивность фумарольной деятельности была такой же, но поднимавшиеся клубы газа были менее плотными. Во второй половине дня активность фумарол уменьшилась до обычного состояния.

В один из ясных дней, когда фумарол над кратерным гребнем почти не было заметно, была сделана через трубу теодолита зарисовка гребня

кратера и грубо измерены видимый поперечник кратера и взаимоположение отдельных участков контура вершины. Поперечник кратера (по контуру, видимому из Ключей) оказался около $600 + 15$ м, а превышение высшей восточной точки над самой низкой у западного гребня вершины — около 80 м. В увеличенном масштабе профиль кратерного гребня, как он представляется из Ключей, воспроизведен на рис. 2.

Паразитный конус Билюкай. В месте расположения Билюкая, на восточном склоне Ключевского вулкана, находятся еще три од-

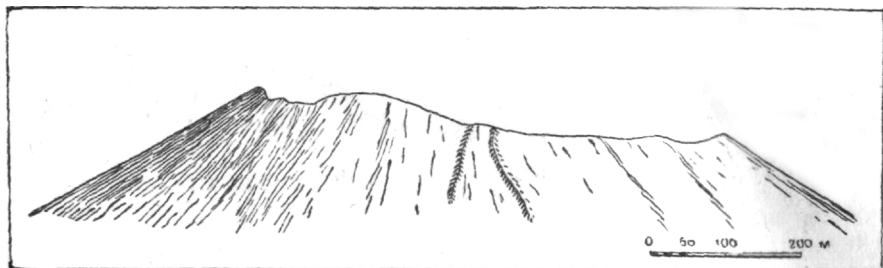


Рис. 2. Профиль вершины Ключевского вулкана (вид от здания Вулканологической станции в сел. Ключи).

новременно образовавшихся с Билюкаем паразитных кратера: Тиранус, Третий и Козей. Располагаясь один выше другого, они составляют хорошо выраженную линейную группу конусов, радиальную к телу вулкана. Начальные моменты деятельности этих «паразитов» — главным образом Билюкая — и их последующую жизнь наблюдали и описали А. А. Меньяйлов и С. И. Набоко [1], С. И. Набоко [2] и В. Ф. Попков.

Наша поездка на Билюкай совместно с химиком станции В. И. Поповым состоялась в феврале 1941 г. К сожалению, погода во все время нашей поездки была исключительно плохой и произвести вследствие этого удовлетворительные наблюдения не удалось.

К моменту нашего посещения все паразитные конусы группы Билюкая прекратили свою лавовую и эксплозивную деятельность.

Были осмотрены лишь небольшие участки конуса Билюкая и потока его. Активность этого паразитного тела была только фумарольной; фумаролы располагались скученной группой в средней части лавового потока (фумаролы «Деревни») и более разбросанно по склонам конуса и в кратере его.

Непосредственно были осмотрены только участок северного склона конуса Билюкая и часть примыкающего к этому склону потока. Передвигаясь по лавовым массам, наблюдали здесь такую картину. Поток «1» (рис. 3), образованный из дико навороченных глыб лавы, был уже совершенно холодным, и он весь, на всем своем протяжении к востоку (за исключением пункта в средней его части, где располагались фумаролы «Деревни»), был покрыт глубоким снегом. Откос «2» северного плеча конуса, наоборот, во многих местах был свободен от снега и на ровной поверхности его, образованной из шлаков, были видны многочисленные теплые, слегка парящие участки. Отсутствие сосредоточенных выходов газа и низкая температура этих нагретых мест (не выше 35° при температуре воздуха — $2,5^{\circ}$) не давали возможности назвать их фумаролами. Здесь же были распространены длинные и довольно глубокие выклинивающиеся книзу расщелины, которые спускались по склону. Из этих зиявших трещин исходил сильный жар, но без каких-либо следов газа. Сырая палка с застругами, всунутая в расщелину на глубину около 1 м от поверхности, тотчас вспыхивала огоньками. В трещинах, следовательно,

находился горячий воздух, и температура его на глубине 1 м от поверхности была не менее 270° . Такие горячие трещины, по причине отсутствия в них видимого и осязаемого вулканического газа, опять-таки нельзя было назвать фумаролами.

Бровка «3» плеча конуса, в отличие от пройденного нами склона, была образована уже из громадных глыб лавы, довольно свободно нагроможденных друг на друга. И здесь из расщелин между ними нестерпимо отдавало жаром и не только совсем не было видно самого газа, но и не чувствовалось никакого напора воздуха из трещин.

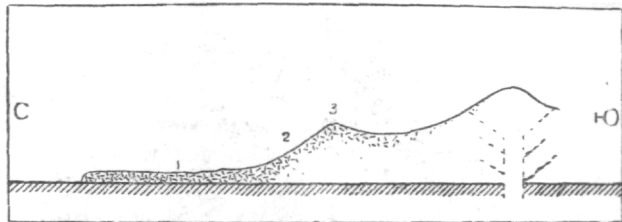


Рис. 3. Схематический профиль северного склона конуса и потока Билукая.

Следующий участок склона (нами не осматриванный) представлялся по направлению к вершине конуса вначале почти горизонтальным, а затем быстро поднимался к вершине конуса. Здесь на более или менее ровной, не крупноглыбовой поверхности опять был сплошной снеговой покров, и только вблизи вершины конуса виднелись темные, слегка парящие участки. Фумаролы, судя по белым, довольно густым клубам газа, поднимавшимся из-за вершинной кромки конуса, имелись только в кратере Билукая (или по ту сторону склона конуса).

Любопытна природа упомянутых горячих трещин на склоне Билукая. Факт отсутствия в них выделений вулканического газа указывает, что находящаяся внизу лава, хотя и еще весьма горячая, успела уже давно дестиллировать всю свою газовую составную часть. Отсюда вытекает, что полный выход газа из лавы возможен раньше, чем остынет сама лава. Естественно, что такое состояние лавы можно наблюдать только там, где объем лавовой массы конечен, т. е. где нет притока газа из глубинного выводного канала. Осмотренный нами участок конуса Билукая, повидимому, и представляет такую перемещенную в боковом направлении мощную массу лавы, а не лавовую экструзию в бок конуса, как, казалось, это можно было допустить с первого взгляда.

Вулкан Толбачик

Второй из двух активных вулканов Ключевской группы — Толбачик находился в течение описываемого времени в стадии эруптивной деятельности. Пункты деятельности: вершинный кратер и вновь образовавшийся паразитный конус на юго-западном склоне вулкана.

Вершинный кратер. Некоторые скудные сведения об активности Толбачика за время с декабря 1940 по январь 1941 г. были сообщены автором в предыдущей заметке (см. ст. «Активность вулкана Толбачик» в этом номере бюллетеня).

Вторая поездка к вулкану состоялась в марте 1940 г., но она оказалась еще менее удачной, чем первая вследствие неблагоприятной погоды.

Спокойная лавово-газовая деятельность Толбачика продолжалась со времени наших предыдущих наблюдений в январе 1941 г. по 17 марта 1941 г. С 18 марта вулкан прекратил свою видимую эруптивную деятель-

ность; белые клубы газа днем стали редкими, расплывчатыми и очень слабыми, а ночью они уже не озарялись отблеском жидкой лавы в кратере.

9 мая, по сообщению наблюдателя И. Г. Черных из Козыревска, после нескольких ненастных дней, когда вулкан был закрыт облаками, из кратера вновь показались густые серые клубы газа, поднимавшиеся на высоту до 700 м над кратером. Ночью эти изверженные облака опять осветились огненно-красным отблеском, исходящим из кратера. В таком состоянии, по полученным сведениям, вулкан продолжал оставаться всю первую половину мая.



Рис. 4. Вулкан Толбачик и местонахождение нового паразитного кратера (вид из окрестностей Козыревска).

Новый паразитный кратер. По сообщению И. Г. Черных, 7 мая в 5 часов вечера до Козыревска донесся со стороны Толбачинского вулкана глухой звук, напоминавший разрыв крупного артиллерийского снаряда. Вулкан в этот день и весь следующий был закрыт облаками. 9 мая в 9 часов утра, когда вулкан очистился от облаков, Черных заметил, что с юга-западного склона вулкана, с пункта выше зоны лесной растительности, быстро поднимался вверх серый клубящийся столб «дыма». Вершина его, увенчанная широким белым облаком, держалась на высоте кратера Толбачика, т. е. на 3 000 м абс. высоты (рис. 4). Вечером этот столб газа был тусклокрасным. Время от времени он озарялся огненными искрами — выбросами бомб.

По сообщениям других очевидцев извержения, видевших «Паразит» с более близкого расстояния, он излил к югу поток лавы длиной около 10 км. Местонахождение нового паразитного кратера где-то в вершине Черемховой сухой реки.

Деятельность «Паразита» ослабела во второй половине мая.

Землетрясения

Макросейсмических явлений в районе Ключевской группы вулканов за описываемое время почти не было. За все время было зарегистрировано только одно землетрясение силою около IV баллов, происшедшее в 2 часа ночи 8 февраля 1941 г.

5 июня 1941 г.

Село Ключи

Литература

1. Меняйлов А. А. и Набоко С. И., Деятельность камчатских вулканов за первый квартал 1938 г.— Бюлл. Вулканол. ст. на Камчатке, № 6, 1939.
2. Набоко С. И., Деятельность побочного кратера Билюкая в период июля-сентября 1938 г.— Бюлл. Вулканол. ст. на Камчатке, № 8, 1940.

Б. И. ПИЙП

ВУЛКАНОЛОГИЧЕСКАЯ ХРОНИКА

В районе полуострова Кроноцкого мыса, по телеграфному сообщению зоолога Кроноцкого заповедника В. Т. Гаврилова, зимою 1941 г. обнаружено пять новых вулканов. Среди них вулкан Комарова — действующий, а остальные: Колхозный, Гаврилова, Богачевский и Пийпа, — потухшие.

Гаврилов сообщил далее, что Кроноцкий вулкан 13 апреля активно выделял пары

Находясь в селении Толбачик, мы видели оттуда вулкан Кизимея, который выделял из своего бокового кратера, расположенного в верхней половине северо-западного склона конуса, довольно густые белые клубы газа. По словам Н. Ф. Слободчикова, старого жителя этого селения, до 24 марта «дым» из Кизимена был едва заметен, 24 же марта из кратера стали подниматься высокие, очень густые белые клубы газа. 28 марта, в день нашего пребывания в Толбачике, «дым» из Кизимена, по словам Слободчикова, был уже не столь густым и высоким.

1 марта в 20 часов 30 минут местного времени, по сообщению Т. И. Устиновой, в бухте Ольга и в среднем течении реки Малой Чажмы ощущалось землетрясение силой около IV баллов. Того же числа в 22 часа более слабые толчки чувствовались, по словам геолога Л. Л. Рожкова, на реке Богачевке в поселке нефтяной разведки. Толчки здесь длились около 2 секунд, направление их было к вулкану Конради, т. е. на северо-запад.

В ночь с 1 на 2 марта почти над всей территорией Камчатки было видно необыкновенно сильное для этих широт северное сияние. Оно началось в северо-северо-западном направлении около 20 часов вечера, постепенно усиливаясь, расширилось в северо-восточный сектор и поднялось высоко над горизонтом. Окраска лучей его была серебристо-белой у горизонта, а к зениту небосвод был озарен красноватыми тонами: вначале нежномалиновыми, затем красноватыми, а у зенита — фиолетовыми. К 3 часам ночи сияние прекратилось.

В южной части Камчатки из-за вершин высоких гор северное сияние наблюдалось только в виде тусклокрасноватого зарева на северном участке неба. Последнее породило у многих иллюзию о каком-то далеком, необыкновенно сильном вулканическом извержении. В связи с этим на Вулканологическую станцию поступило много телеграфных запросов.

9 июля 1941 г.
Село Ключи

Н. Ф. СОСУНОВ

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АВАЧИНСКОГО И МУТНОВСКОГО ВУЛКАНОВ

(с июня 1940 г. по март 1941 г.)

Авачинский вулкан. Из 304 дней наблюдений вулкан был виден только 124 дня. В течение этого времени активность была исключительно фумарольной. Газовые выделения наблюдались в восточной и западной частях кратера. Клубы и струйки газа, поднимавшиеся из кратера, обычно, были белого цвета. Черная и серая окраска фумарольного газа (примесь пепла) наблюдалась 17 августа 1940 г. и 6 января 1941 г. Временами кратер был совершенно свободен от дымков фумарол. Такое, по крайней мере, видимое прекращение деятельности фумарол наблюдалось в различные числа месяца. Повторяемости этого явления в определенные отрезки месяца не было.

Мутновский вулкан. Морские туманы и более частая на юге Камчатки облачная погода закрывали Мутновский вулкан чаще, чем Авачинский. Из 304 дней наблюдений он был виден только 76 дней. Все эти дни вулкан был в стадии фумарольной деятельности. Облачно-белые клубы фумарольных газов поднимались на высоту от 100 до 500 м над кратером. Пункты наиболее сильных газовых выделений проектировались на западную, центральную и восточную части кратера. Только один раз, 19 марта 1941 г., было замечено отсутствие фумарольной деятельности в кратере. Также только один раз, 13 февраля 1941 г., в 9 часов утра, был замечен выброс пепла.

¹ Обработано Б. И. Пийп.

Т. И. УСТИНОВА

ГЕЙЗЕР В ДОЛИНЕ РЕКИ ШУМНОЙ

(Предварительное сообщение)

Кроноцкий заповедник, расположенный на восточном побережье Камчатки, занимает обширную, почти совсем не исследованную территорию. Карты этой территории имеются только мелкомасштабные и лишь грубо приблизительные. Речная сеть нанесена на них в большинстве случаев по опросным данным. Исключение составляют только участки, на которых производились поиски нефти, для них составлены относительно сносные карты. О большей части заповедника никаких достоверных сведений нет.

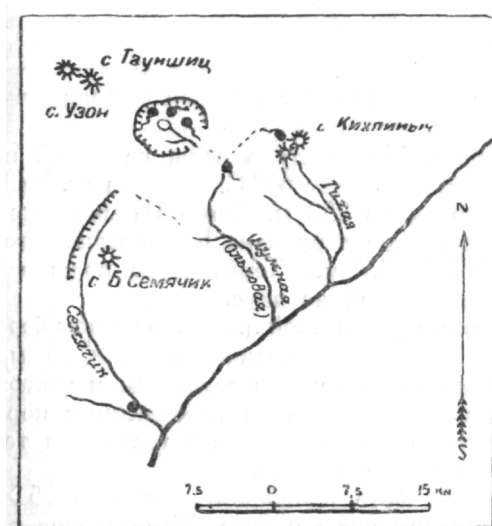


Рис. 1. Схема расположения рек Шумной и Тихой.

На всех имеющихся картах показано, что из кальдеры вулкана Узон вытекает речка, именуемая Тихой, которая течет довольно прямо на юго-восток. Наблюдатели же заповедника считают, что из Узона течет река, следующая к западу за Тихой. На картах она названа Ольховой, местные охотники и работники заповедника называют ее Шумной. С целью выяснить окончательно, какая же река вытекает из Узона, заповедником в апреле 1941 г. были отправлены в этот район автор статьи и старший наблюдатель заповедника А. М. Крупения. В результате поездки установлено, что из Узона вытекает река Шумная (Ольховая), верховья же реки Тихой восходят к вулкану Кихпинич (рис. 1).

Долина Шумной в верхнем и среднем течении представляет глубокий каньон, врезанный в долины сопки Узон и Кихпинич. Долины сложены перемежающимися потоками лавы, туфовыми толщами; последние преоб-

ладают. Глубина каньона в среднем течении реки не менее 500 м, а в верхнем — значительно больше. Туфы образуют причудливые формы **выветривания**, напоминающие замки с башнями и пиками. Во многих местах по склонам каньона видны водопады, которые во время нашего посещения были забронированы стеной смерзшихся, гигантских сосулек.

Примерно в 30 км от устья Шумной, в долине, на дне каньона у реки и на склонах на разной высоте появляются лишенные снега площадки, на которых парят небольшие фумаролы и выбиваются горячие ручьи

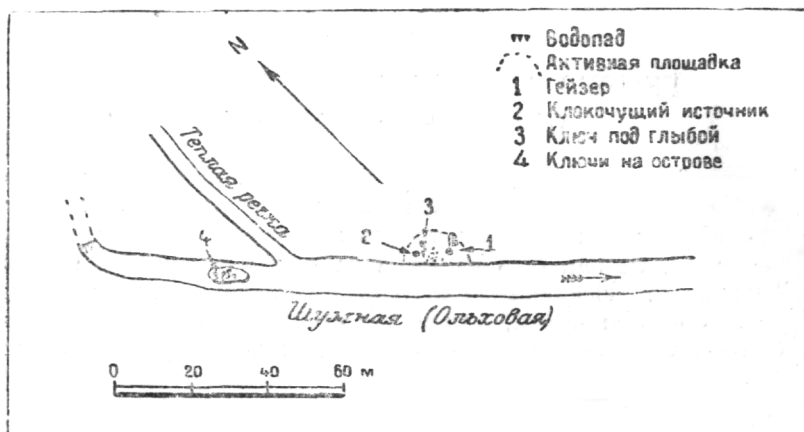


Рис. 2. План горячих ключей с гейзером в долине реки Шумной.

незначительного дебита. Температура воды на одной из таких площадок на правом берегу реки достигает 65°C . Выходы ключей тянутся вверх по долине на расстоянии около 250 м. Здесь Шумная принимает слева приток, собирающий свои воды с вулкана Кихпинича. Это речка шириной в 5–6 м и глубиной 0,5–0,7 м. Температура воды в ней близ устья — 28°C , вода слегка кисловатая на вкус.

Метрах в 30 ниже устья этой речки, на левом берегу Шумной, имеется лишенная снега площадка величиной 10X15 м, вытянутая вдоль реки (рис. 2). Сложена она речным аллювием и пестрыми структурными глинами — продуктом воздействия на изверженные породы воды горячих минеральных источников. На площадке встречаются также крупные глыбы, свалившиеся со склонов долины.

Вся центральная часть площадки, примерно 5 X 10 м, активна, усеяна мелкими выходами воды и пара. Температура воды в этих мелких ключиках $90\text{--}92^{\circ}\text{C}$. Температура глины на склоне площадки 87°C .

Более крупных выходов горячей воды — три. Из них основной и самый интересный источник — гейзер.

До сих пор на Камчатке, как и вообще в Союзе, настоящие гейзеры не были известны. На Паужетских горячих ключах (бассейн реки Озерной на юго-западном побережье полуострова) есть один источник типа гейзера, но он очень незначителен — вода выбрасывается на высоту всего лишь до 80 см. Крупные гейзеры, по Б. И. Пийп (были некогда на Больших Банных ключах), на реке Банной, притоке реки Плотниковой, но в настоящее время они не действуют. Таким образом, находка действующего гейзера интересна и нова для Камчатки и для Союза в целом.

Гейзер расположен в нижнем (по течению реки) участке площадки. Размер его грифона 1,5 X 0,75 м, глубина 1,5 м (без канала). Он окружен крупными каменными глыбами, покрытыми сверху коркой гейзерита.

После извержения вода в грифоне имеется лишь на самом дне, грифон слегка парит. В это время в канале слышен шум, напоминающий по

звуку работу мотора. Шум постепенно стихает, в грифон из канала всплесками начинает поступать вода. Канал, судя по направлению воды и направлению струи при взрыве, наклонен под углом в $45\text{--}50^\circ$ к реке, примерно к юго-западу 225° . Грифон начинает наполняться водой через 4 минуты после окончания извержения. Через 19 минут вода начинает переливаться через край грифона и образует все увеличивающийся ключик, стекающий в реку. После взрыва ключик этот пересыхает. Вода в грифоне все время не спокойна, бурлит, выбрасывается вверх, сначала не достигая краев грифона, потом превышая их на высоту до 1 м. Температура воды в грифоне 95° ; в момент, когда поступает из канала свежая партия воды, температура воды в грифоне поднимается до 97° . Температура воды в канале неизвестна, но, видимо, она выше 97° С. Температура воды в ручье, стекающем в реку, 93° С близ устья.

Вода всплескивается все выше и выше, все больше выделяется пара, и, наконец, происходит взрыв — через 20 минут после того, как вода начинает переливаться через край грифона. Общая продолжительность извержения гейзера, по трем замерам, около 5 минут. Последний, более подробный замер дал 3 минуты бурной деятельности и 4 минуты менее активной. В первый отрезок времени из грифона с шумом бьет наклонная струя воды высотой не менее 10 м; расстояние по горизонтали, на которое она выбрасывается, 15—16 м (правый берег Шумной). Столб пара поднимается не менее чем на 30 м. Так как в густом паре трудно рассмотреть струи воды, возможно, что они взлетают и выше 10 м. Струя бьет с переменной силой, то понижаясь, то опять повышаясь. Извержение сопровождается глухим рокочущим гулом под землей.

В последующий период менее активной деятельности постоянного столба воды нет, пара значительно меньше, отдельными всплесками вода выбрасывается на высоту 2—2,5 м. Гул почти не слышен, затем прекращается вовсе. Извержение заканчивается, вода из грифона исчезает, ручей пересыхает, и все начинается сначала. Повидимому, второй период менее активной деятельности бывает разной продолжительности. Интервал между извержениями 44—46 минут. Можно думать, что гейзер отличается правильным режимом. Вода из гейзера приятна на вкус, слегка пахнет серой. Она взята для анализа. На площадке ощущается запах серы, но не очень интенсивный. Минерализация воды невелика, т. к. минеральные отложения на окружающих гейзер каменных глыбах ничтожны.

Кроме гейзера, на площадке имеются еще два грифона. Грифон № 2, как и гейзер, окружен крупными каменными глыбами, № 3 находится под большой глыбой, из-под которой со всех сторон с шипением вырывается пар и вытекает маленький ручеек горячей воды. Температура воды в грифоне № 2— 97° , вода в нем все время клокочет и выбрасывается до 0,5 м вверх. Над обоими источниками поднимается густой столб пара. Видимой связи между действием этих ключей и гейзера нет. В нескольких метрах выше устья Теплой речки Шумная разбита на два рукава. На островке между ними выходит ряд горячих ключиков с температурой до 95° .

Вверху по долине Теплой речки видно было облако пара, взлетающее на большую высоту. Возможно, что там имеются еще гейзеры. Ключи, которые дают начало Теплой речке, отличаются значительным дебитом и высокой температурой. Близ устья Теплой речки область обильных выходов горячих источников еще не кончается — она продолжается вверх по реке, но на этом участке пока не прослежена. Неблагоприятная погода во все время нашего пребывания в долине Шумной не позволила с должной полнотой обследовать район горячих ключей, нам пришлось ограничиться лишь беглым осмотром части их, отложив на будущее детальное ознакомление.

ТЕЛЕГРАММЫ ОБ ИЗВЕРЖЕНИЯХ КАМЧАТСКИХ ВУЛКАНОВ

*Москва. Директору Лаборатории вулканологии
академику А. Н. Заварицкому*

12 декабря 1944 года (из Ключей).

Впервые зарево на вершине Ключевского вулкана было замечено 9 декабря 1944 г. 11 декабря с 17 часов всю ночь над кратером было видно яркое огненное освещение — отблеск поднявшейся в кратер лавы на невысоких облаках газов.

18 декабря 1944 года.

В ясные ночи зарево наблюдается постоянно, временами происходят взрывы. Днем из кратера выделяются большие массы газов без пепла на высоту 700—1 000 м. В пасмурные дни в Ключах слышен непрерывный грохот, похожий на громовые раскаты. Картина деятельности Ключевского вулкана похожа на его деятельность в 1937 году.

22 декабря 1944 года.

Деятельность Ключевского вулкана усиливается. Освещение над кратером становится больше, бомбы выбрасываются на высоту 200 м, взрывы стали сильнее и чаще, столб газов типа кочана цветной капусты поднимается на высоту 1 500—2 000 м.

М.

24 декабря 1944 года.

Начал действовать вулкан Шивелуч. 23 декабря в 16 часов, на вершине была замечена черная вулканическая туча. Из села Камаки сообщили, что видели огонь.

27 декабря 1944 года.

25 декабря впервые конус Ключевского вулкана на $\frac{3}{4}$ высоты по-³крылся налетом пепла. Грохот взрыва временами слышен внутри помещения.¹

26 декабря на восточном склоне вулкана Шивелуч появилась полоса пепла. На этом склоне усиленно работают фумаролы. Белые газы поднимаются на высоту 500 м.

3 января 1945 года.

В результате извержения 1 января 1945 года на северо-западном склоне Ключевского вулкана прорезался новый глубокий барранкос, по которому в продолжение двух дней льется лава. Седловина и ледник

¹ Село Ключи расположено в 32 км от кратера Ключевского вулкана.

Эрмана покрыты отложениями горячих лавин, из которых выделяются и поднимаются на большую высоту газы. В кратере Ключевского вулкана слабо действуют восточные фумаролы и на небольшую высоту выделяются серые клубы газа. Эксплозии не происходят.

3 февраля 1945 года.

Вулканы Ключевской и Шевелуч находятся в стадии фумарольной деятельности.

25 февраля 1945 года.

25 февраля в 14 час. 45 мин. началось извержение Авачинского вулкана. В 18 час. началось излияние лавы, стали видны выбросы бомб и раскаленного пепла на высоту 2 000 м. Грохот взрывов слышен на расстоянии до 50 км. Вулканическая туча, насыщенная пеплом и рассекаемая молниями, вытянулась в северо-восточном направлении. Толстый слой пепла выпал на морском побережье.

2 марта 1945 года.

За последние дни из вулканов Ключевского и Шевелуча происходило умеренное выделение газов. Периодически через два-три дня иногда выбросы пепла.

6 марта 1945 года (из Петропавловска-Камчатского).

Из кратера Авачинского вулкана густые белые клубы периодически поднимаются на высоту до 700—1000 м. Конус Авачинского вулкана и подножье его покрыты пеплом. На северном и южном склонах возле кратера дымят отложения горячих лавин.

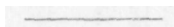
22 марта 1945 года.

Осмотр склонов Авачи и побережья моря к югу от Налачевой, сообщения очевидцев и многочисленные хорошие фотографии показывают, что извержение Авачи было чисто взрывным, продолжавшимся семь часов. Столб извержения поднимался на 7—8 км над кратером. Излилось много раскаленных лавин, возгонявших сублиматы. В настоящее время они остыли. Потоков лавы не было. Извергнутая туча опорожнилась над Козельской сопкой и берегом моря, где выпало песка и мелких лапилли с редкой примесью пемзы общей мощностью в 45 см. Наблюдались многочисленные линейные и точечные молнии. В зоне пеплопада отмечены явления тихих разрядов типа огней Эльма.

Начальник Вулканологической станции Б. И. ПИЙП

СОДЕРЖАНИЕ

В. И. Влодавец. Огнедышащие горы Камчатки по С. П. Крашенинникову.	5
А. А. Меняйлов. Цунами в Усть-Камчатском районе	9
С. И. Набоко. О воде в газообразных продуктах Билуюая	14
Б. И. Пийп. О раскаленных аггломератовых потоках Авачи и о типе извержений этого вулкана	18
В. Ф. Попков. О деятельности Билуюая в 1938—1939 гг.	29
В. Ф. Попков. Вулканическая деятельность Плоского Толбачика в 1940 г.	54
В. Ф. Попков. Состояние Ключевского вулкана в 1940 г.	64
В. И. Влодавец. Заметки о вулканах	69
Б. И. Пийп. Активность вулкана Толбачик.	70
Б. И. Пийп. Деятельность вулканов Ключевской группы (с декабря 1940 г. по май 1941 г.)	74
Б. И. Пийп. Вулканологическая хроника	79
Н. Ф. Сосунов. Деятельность Авачинского и Мутновского вулканов (с июня 1940 г. по март 1941 г).	80
Т. И. Устинова. Гейзер в долине реки Шумной	81
Телеграммы об извержениях камчатских вулканов	84



*Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета АН СССР
№ 2028*

Редактор издательства *С. Т. Попова*
Технический редактор *О. Залышкина*

Подписано к печати	19/XI	1945	A22367	печ.	5 ¹ / ₂	9 уч.-изд. л.	Тираж 1000
			Заказ	453			

2-я типография Издательства АН СССР, Москва, Шубинский пер., 10

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
19	7 сверху	1939	1938
25	9 »	менее	не менее
27	23 »	культивированных	кульминационных
57	23 »	составляла (на-глаз)	составляла 2 м (на-глаз)

Бюллетень вулканологической станции № 12