

А. А. МЕНЯЙЛОВ

**ИЗВЕРЖЕНИЕ ВУЛКАНА ШИВЕЛУЧ В 1944—1948 гг.**

Со стороны окрестных селений Ключи и Камаки вулкан Шивелуч с 1930 г. казался совершенно безжизненным. Только редко кто-нибудь случайно видел над его низкой Кратерной вершиной струю пара, а при подъемах на вулкан всегда можно было там видеть бесчисленное количество парящих фумарол.

В конце 1944 г. бывавшие на склонах вулкана охотники впервые за последние годы услышали несколько сильных громоподобных звуков, следовавших друг за другом. Через полтора месяца (23 декабря) жители села Ключи увидели, как над белым от снега массивом стал подниматься мощный серый столб дыма и достиг высоты километра. Крона столба ветром оттянулась на запад, а через 15—20 мин. дым весь рассеялся. С наступлением темноты жители села Камаки видели левее Кратерной вершины «огонь». После нескольких дней пасмурной погоды, когда вулкан открылся, все заметили необычайно мощный столб белых паров, а на белоснежном склоне вулкана — темное пятно пепла. Высота столбов пара изо дня в день уменьшалась, а 5 января 1945 г. вулкан вновь стал казаться спокойным.

В середине января посетившим вулкан Б. И. Пийпом (1946, 1948) была замечена у подножия Кратерной вершины овальная впадина, размером 20 X 30 м<sup>2</sup>, а с боков — покрытая песком и щебнем поверхность. Из нее без шума и какого-либо видимого напряжения выделялись пары воды, слабо пахнувшие сероводородом и сернистым газом. В 30—50 м от впадины пары и газы нацело рассеивались. Вблизи впадины было несколько парящих трещин.

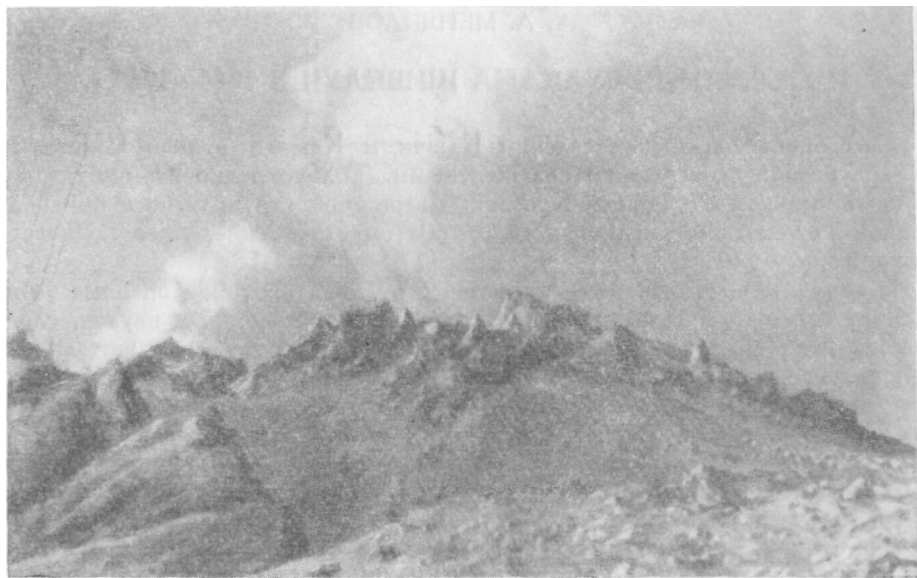
25 февраля утром была замечена оторвавшаяся от кратера огромная туча, стелившаяся по пологому склону вулкана наподобие *nubes ardentes* (Пийп, 1948).

Последующие полтора года из села Ключей время от времени наблюдались то выпавший пепел на снежных склонах вулкана, то высокие столбы пара или дыма. Все это время вулкан никто не посещал, только в апреле 1946 г. сотрудник Вулканологической станции (Энман, 1949) побывала на склонах его и слышала частые грохоты, а сквозь туман видела скатывающиеся большие камни.

Летом 1946 г. извержение Шивелуча изучалось более детально. В первые дни приезда на станцию автор заметил в районе Кратерной вершины Шивелуча то высокие, то низкие столбы пара. Однако при внимательном и пристальном наблюдении во вновь привезенные увеличительные трубы можно было заметить, что белый пар поднимается не только над старым куполом Кратерной вершины, но и над соседней темной вулканической массой. На белом снежном фоне Шивелуча, в восточной части Кратерной вершины, вырисовывалась темная каменная громада, а из нее кроме струй белого пара

периодически выделялся серый дым, который не поднимался столбом вверх, а скатывался по склону. При просмотре зарисовок станционного журнала наблюдений, сделанных В. П. Энман, можно было увидеть, что уже с начала 1946 г. стала отмечаться эта темная масса на общем белоснежном фоне Шивелуча.

В начале сентября экспедиция в составе А. А. Меняйлова, С. И. Набоко, Л. А. Башариной, С. В. Попова и других выехала на вулкан. С приближением к нему в тумане отчетливо стали слышны раскаты грохота. После



Фиг. 1. Выделение паров над новым куполом Суелич в 1947 г.  
Фото Н. Д. Табакова.

тяжелого длительного подъема, на высоте 2000 м, мы неожиданно вступили в поле горячего песка и лавовых глыб. Перед собой мы увидели новую гору — купол, высотой около 300—400 м.

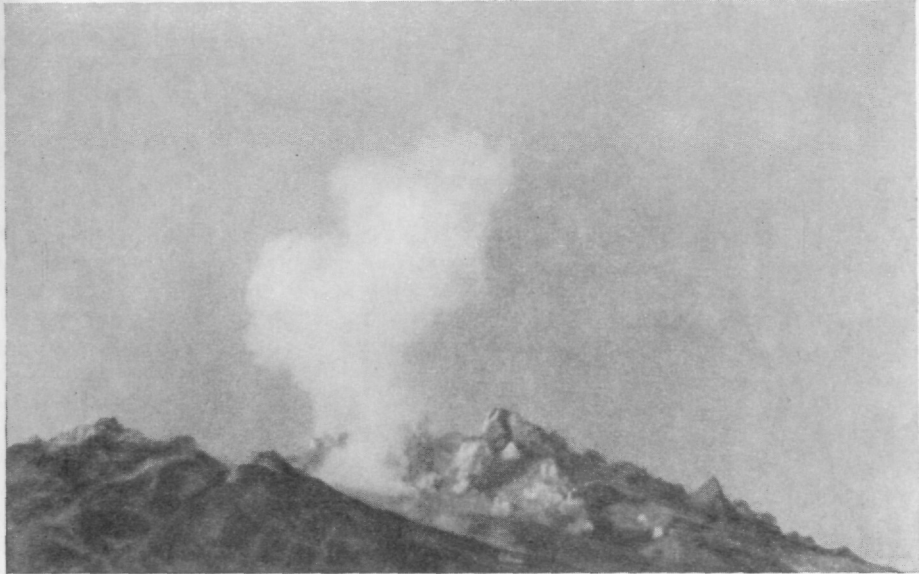
Над осыпью, покрывавшей нижнюю часть нового купола, на 150—200 м возвышались отвесные каменные скалы в виде группы или изолированных друг от друга шпилей или обелисков. Над ними поднимались голубые газы и белые пары (фиг. 1 и 2). Со склонов почти непрерывно скатывались с грохотом камни. От подножия купола вниз по долине на полкилометра вытянулся агломератовый поток, на который мы в самом начале и попали. Агломератовый поток представлял собой хаотические нагромождения огромных глыб до 20 м в поперечнике, погруженных в розовый мучнистый пепел. Пепел около больших горячих глыб имел температуру выше 200°.

Со скалистой вершины купола часто скатывались глыбы лавы, увлекали за собой лежащие на склоне обломки и поднимали при этом пыль (фиг. 3). Серое облако напоминало поднимающуюся пыль от автомобиля на проселочной дороге в сухую погоду. При скатывании глыб слышался звон бьющихся друг о друга камней.

В полдень (7 сентября 1946 г.) раздался шум, подобный пыхтению паровоза, и из трещины скалистой вершины повалили, направленные вниз, клубы грязно-розового дыма. Характерного шума от бьющихся друг о

друга обваливающихся и катящихся камней при этом не было слышно. Это необычное явление не всеми и не сразу было понято; только при дальнейших систематических наблюдениях этот редкий, но позднее более грандиозный вид катящихся туч был осмыслен.

При подъеме к куполу на другой день автор совместно с С. И. Набоко, Л. А. Башариной и С. В. Поповым расположились для наблюдения вблизи купола, под укрытием одной из глыб. Ночью на куполе в нескольких местах появлялись пятна размером 20 X 40 м раскаленной до тёмнокрасного



Фиг. 2. Вертикальный выброс паров из купола Суелич в 1947 г.  
Фото Н. Д. Табакова.

каления лавы. По мере обваливания глыб пятна как бы вспыхивали более ярким светом. По склону катились раскаленные глыбы, освещая пепловую тучу красным заревом.

С более далекого расстояния (из юрты в удалении 8 км от купола) в бинокль или даже невооруженным глазом наблюдались те же самые явления: то пыль над склоном купола, то катящиеся клубы дыма. Над куполом был виден вздымающийся столб белого пара, который соединялся с параллельным столбом пара, выделяющегося из старого купола Кратерной вершины.

Наблюдавшая с вулканологической станции в эти дни В. П. Энман записала только высокие, до 2 км, газообразные выделения. После возвращения с вулкана на станцию сотрудники с помощью увеличительных приборов стали видеть те же самые явления, что видели и вблизи. Более того, размер их издалика устанавливался более легко.

В продолжение последующих двух лет наблюдения за извержением Шивелуча, в частности за формированием купола (названного Суеличем), производились непрерывно со станции в увеличительную трубу с двадцатикратным увеличением. Кроме того, совершались периодические, почти ежемесячные выезды на вулкан к месту извержения.

В январе 1947 г. автор с сотрудниками Н. Д. Табаковым и С. В. Поповым прожили в палатке около купола восемь дней; вместе с рабочими

К. В. Катовым, А. М. Черемновым и Г. П. Кречетовым был установлен здесь домик. В это время чаще всего происходили обрушения и обвалы камней и сопровождающие их тучи были без завихрений. По мере выдавливания все новых и новых порций лавы с вершины купола падали обелиски, увлекая за собой массу камней и создавая каменные лавины. Несколько раз по склонам пронеслись кудрявые темные тучи. На вершине купола появился кратер обрушения.



Фиг. 3. Пыль, поднятая над склоном катящейся каменной лавиной с купола Суелич, 1947 г. Фото А. А. Меняйлова.

В дальнейшем можно было несколько раз наблюдать то усиление, то ослабление извержения, проявляющееся в частоте и длине каменных лавин и катящихся туч и скорости выдвижения скал. В середине апреля 1947 г. даже невооруженным глазом из села Ключей по ночам стали видны очень участвовавшие лавины раскаленных камней. Большая часть купола покрывалась раскаленной докрасна массой глыб. По склону скатывались тучи в 1,5 км длиной. В увеличительный прибор удалось замерить скорость роста обелисков (2 м в сутки). Впоследствии по большому количеству замеров было установлено, что средняя скорость роста купола равнялась 0,5 м в сутки.

В летний период 1947 г. решено было провести работы около самого купола. Автором с группой сотрудников, шедших караваном к Шивелучу по сухому руслу р. Каменской, неожиданно была встречена текущая бурным потоком грязная вода. Речка бушевала, вода выходила из берегов. В борьбе с этим неожиданным препятствием люди и лошади изнемогали от усталости. Ощущение чего-то необычного, случившегося на вулкане, влекло всех вперед. Поднявшись из глубокого русла, мы увидели в 3—4 км от купола густые клубы пара. Наступала темнота, усталость сковывала людей, пришлось здесь заночевать. На другое утро двинулись дальше. Вскоре мы достигли поля, засыпанного мучнистым горячим пеплом. Ноги людей и лошадей вязли и обжигались. Нужно было скорее пересечь это поле и перейти

на снежник. Здесь в своей конечной части пепловое поле было всего лишь шириной в 200 м. Во многих местах там, где горячий песок и камни достигли русла, заполненного снегом, долго выделялись пары воды. Преодолев этот трудный участок пути, караван экспедиции вступил на снежник и удачно поднялся на выючных лошадях до самого домика к подножию Суелича.

Встретивший нас накануне бурный водный поток образовался, как мы убедились, от таяния снега, которое произошло в результате извержения раскаленной тучи (такие явления впоследствии наблюдали непосредственно). Она прокатилась по долине на несколько километров и оставила горячие обломочно-пепловые отложения (пепел в них преобладал над обломками).

В домике у подножия купола Суелич была установлена аппаратура для наблюдений за извержением и для химического анализа продуктов извержения.

21 июля 1947 г. в окрестностях Шивелуча на площади, радиусом более чем 40 км, и в частности в селе Камаки, прошел вулканический грязевый дождь. Вся трава и листья деревьев покрылись грязью, которая, после того как высохла, долго держалась на них. Проезжая по лесу, мы поднимали за собой тучи пыли.

Непрерывные наблюдения на вулкане начались с 25 июля и продолжались около двух месяцев (наблюдения вели: автор, С. И. Набоко, Л. А. Башарина, Н. Д. Табаков, С. В. Попов). Все это время непрерывно выжималась лава, а на куполе выдвигались обелиски. Каменные лавины брали свое начало с западной и восточной частей купола, там, где выдвигались обелиски. Более редко происходили извержения «раскаленных» туч. Три раза Н. Д. Табакову и Л. А. Башариной посчастливилось наблюдать и удачно сфотографировать это грандиозное явление. Первый раз без предварительного взрыва и сотрясения почвы бесшумно и неожиданно со средней части купола вырвалась темная кудрявая туча густого дыма. Она со стремительной скоростью понеслась вниз и за 2 мин. достигла сопки Арбузик, находящейся в 3 км от подножия Суелич. Черные, густые клубки дыма по мере скатывания и продвижения вперед и по долине расширялись, и дым поднимался вверх, образовывал стену фронтом более 3 км и высотой свыше 800 м. После прохождения такой тучи русло долины, особенно около купола, оказалось очищенным от глыб. Туча их смела. По бокам тучи вытянулись гряды отсортированных камней в виде боковой морены. Температура больших камней была значительно выше, чем у пепла. Пепел, падавший из тучи на лицо и руки, по данным Н. Д. Табакова, был теплым, а на агломератовом потоке около горячих камней имел температуру выше 200°. Здесь эта температура держалась несколько дней.

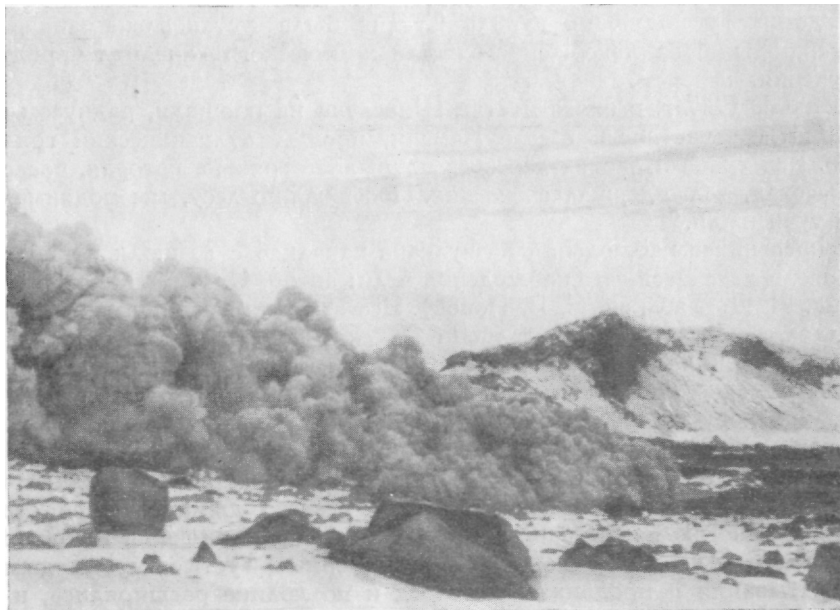
В этот же день, через несколько часов после описанного извержения, вдруг снова раздался взрыв, ощутилось сотрясение почвы и вновь с еще большей стремительностью вниз по склону покатила такая же туча. После ее прохождения в долине исчезли те гигантские глыбы (фиг. 4), которые были принесены утренней тучей. В конце отложенного агломерата на камнях автором и С. И. Набоко, поднимавшимися к домику на другой день, были замечены свежие налеты возгонов сульфатов щелочей.

5 августа автор вместе с рабочим Ф. М. Чермновым совершили подъем на новый купол Суелич, подошли к куполу с северо-западной стороны, минуя то место, где происходили каменные лавины. Здесь у его подножия был слышен через каждые —3 мин. подземный грохот и ощущалось содрогание почвы. Мы находились словно на кипящем паровом котле. Подъем по склону происходил по крупным глыбам. Внизу у подножия купола глыбы

были теплые, на вершине же купола — горячие и раскаленные. Из трещин выходил голубой газ. Температура его около выхода была выше  $500^{\circ}$ . Газ (главным образом сернистый) был концентрирован, человек, попавши в его струи, задыхался. На боковой поверхности глыб были налеты белых возгонов, определенных С. И. Набоко как безводные сульфаты щелочей с примесью галоидов.

Кратер представлял собою углубление длиной 100 м (в широтном направлении), шириной 50—70 м и глубиной 50 м.

Изумительным по динамике было извержение в марте 1948 г., наблюдавшееся со станции и оставившее надолго сильное впечатление. В полдень



Фиг. 4. Катящаяся раскаленная туча. Извержение Суелича в 1947 г.  
Фото Н. Д. Табакова.

14 марта из восточной части купола начала вырываться наклонно к горизонту туча длиной до 6 км и высотой 500—700 м. Через 10 мин. из подножия купола в продолжение семи минут валили клубы густого дыма. Более часа с небольшими перерывами происходило мощное выдувание дыма, концентрирующегося в отдельных местах на разных высотах вдоль линии на куполе, вероятно, трещины.

В мае из той же восточной части купола стали происходить вертикальные выбросы высотой 2—3 км. Верхушка тучи вытягивалась на 30—40 км и держалась над вулканом долгое время.

В июне 1948 г. автором была совершена последняя поездка к извергающемуся куполу. Извержение собственно было такого же характера, как и прежде: попрежнему были лавины раскаленной лавы, но они происходили более редко, «раскаленные» тучи были еще более редкими, чем раньше. Подземные грохоты в западной части подошвы купола были реже, чем год назад (через 3—5 мин. против 1—2 мин.) Кратер сильно расширился. На старом куполе fumaroles значительно повысили температуру.

В августе была образована рытвина в виде цирка, вверху почти по ширине всего купола, внизу переходящая в узкую долину, глубиной до 20 м.












Динамика извержения Шивелуча (по предложению академика А. Н. Заварицкого) представлена диаграммами. Время отложено по абсциссе и разделено на дни и ночи. По обе стороны абсциссы нанесены по возможности условными обозначениями все явления, происходящие на вулкане: формирование купола, рост и падение обелисков, каменные лавины и взрывы направленного действия, вызывающие образование косых и катящихся туч, грохоты, сотрясение почвы, освещение, выделения пара и другие явления.

Явления во время извержения были настолько разнообразны, что к диаграмме понадобились дополнительные описания в виде примечаний. В эти примечания вошли такие данные, как величины, приуроченность явлений к той или иной части купола, откуда и кем производились наблюдения, и целый ряд других данных. Диаграммы условно даны по месяцам.

Автором, С. И. Набоко, Л. А. Башариной, Н. Д. Табаковым, В. П. Эрман, а во время экспедиционных поездок — В. П. Эрман наблюдения проводились посуточно непрерывно со станции, с расстояния 50 км от места извержения, через трубу двадцатикратного увеличения. Автором, С. И. Набоко, Л. А. Башариной, Н. Д. Табаковым и С. В. Поповым периодически велись наблюдения с подножия Шивелуча из юрты, находящейся в 8 км от Суелича, и, наконец, в непосредственной близости от нового купола из домика на высоте 2200 м, с расстояния 200, а потом 500 м от подножия его.

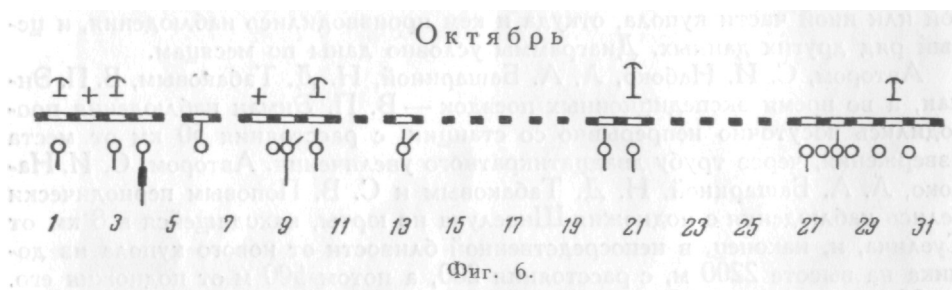
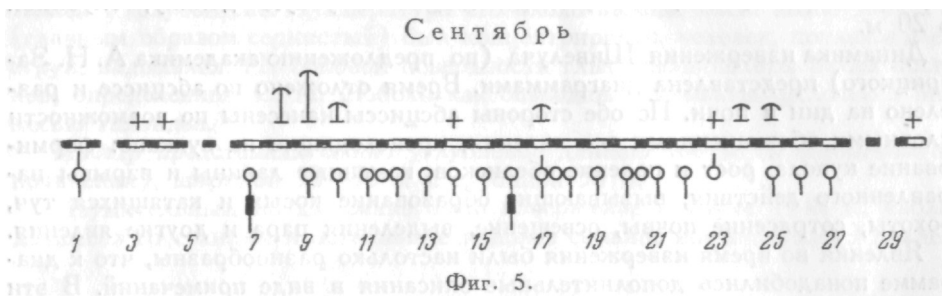
Ниже приведены диаграммы состояния Суелича по месяцам за 1946, 1947 и 1948 гг. с краткими примечаниями.

Условные обозначения к диаграммам

	— вулкан открыт (затушевано — ночь).
	— вулкан закрыт.
	— освещение или свечение лавы.
	— вертикальные выбросы пепла.
	— косые выбросы пепла.
	— каменные лавины.
	— большие «раскаленные» тучи.
	— выделение пара и газа.
	— обелиски, поднимающиеся и падающие.
	— грохоты вулкана.
	— землетрясения.

Линейный масштаб для вертикальных и косых выбросов лавин, туч и паров: 3 мм — слабые, 6 мм — средние, 9 мм — сильные.

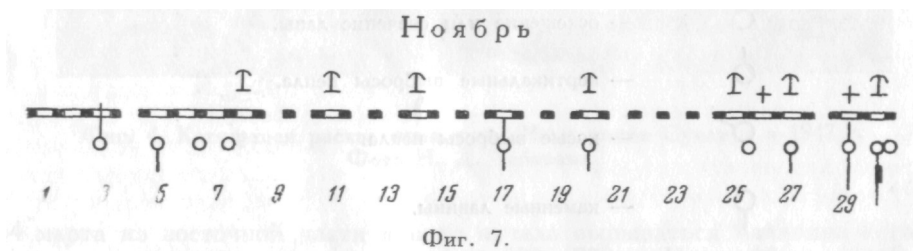
1946 год



27-го. За час прошло пять лавин. Ночью лавины светились и скатывались ежеминутно.

28-го. Днем по склону скатывались клубы темного дыма. Ночью освещение было более тусклое, чем накануне.

30-го. В 20 час. 30 мин. сверху купола скатилась масса раскаленных глыб.



7-го. Пары поднимались со скоростью 7 м/сек на высоту 1000 м.

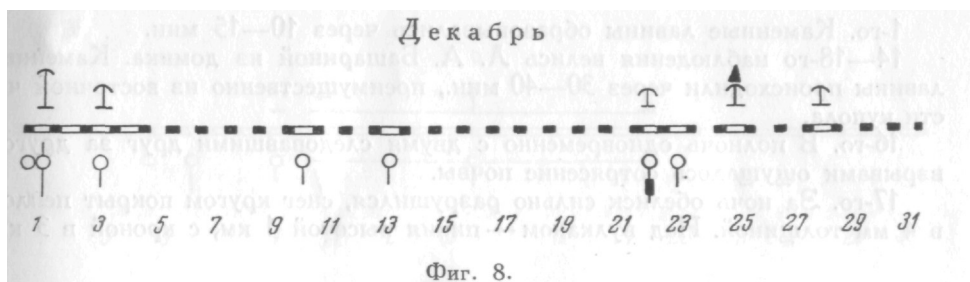
14-го. На куполе парили три трещины.

17-го. Каменные лавины скатывались через 5—15 мин. Дважды были вертикальные выбросы.

25-го. Наблюдения автора из юрты. Пары поднимались с западной части купола на высоту 200 м.

29-го. Наблюдения автора с подножия купола. Каменные лавины скатывались через 7—10 мин. В 10 час. произошло два косых выброса, следовавших один за другим через 5 мин. Агломератовый поток имел температуру выше 200°.

30-го. Наблюдения автора из юрты. В 10 час. катящаяся туча протянулась на километр. Ночью туча казалась освещенной, глыбы в ней были красными.



1-го. Наблюдения автора из юрты. Столб пара над Суеличем поднялся на 800 м, над Кратерной вершиной — на 400 м.

10-го. Катящиеся тучи очень частые.

13-го. Ночью лавина была ярко освещенной.

1947 год



1-го. В продолжение дня был только один выброс.

7-го. Из восточной части парение более интенсивное. Впервые замечено изменение вершины купола — появилось углубление наподобие кратера.

12-го. На Шивелуч выехали Меняйлов, Табаков и Попов с рабочими.

13 — 18-го. Наблюдения с юрты.

18 — 25-го. Наблюдения с палатки, поставленной на высоте 2200 м. Выбросы происходили через 30—40 мин., каменные лавины — через 15—20 мин. Активной была восточная часть.

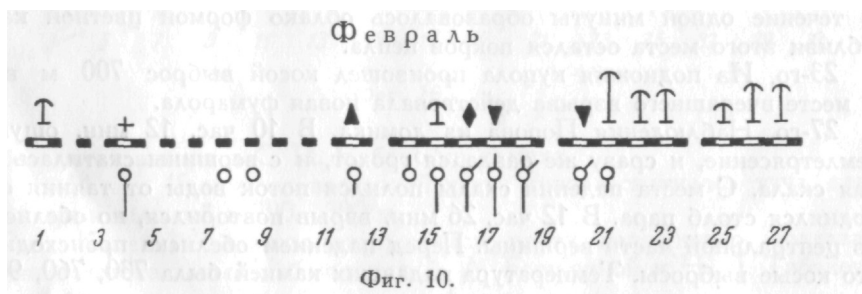
19-го. На куполе образовались меридиональные трещины, на западном обелиске северо-восточного направления.

20-го. Перед падением обелиска часто происходили каменные лавины.

21-го. Вслед за землетрясением послышался шум и последовал выброс.

22-го. После косо выброса по склону полилась грязь.

25-го. Каменные лавины возникали из-под западного обелиска

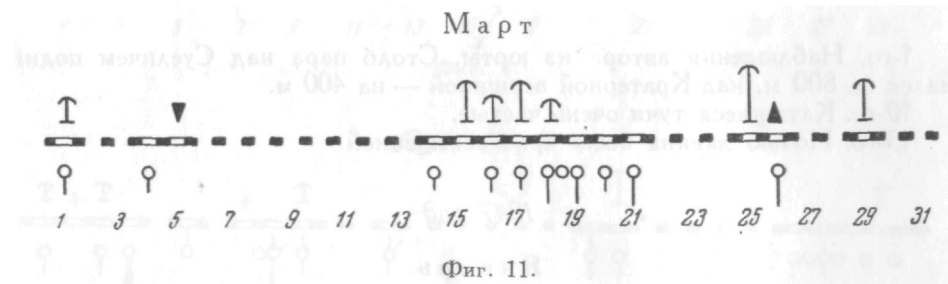


1-го. Каменные лавины образовывались через 10—15 мин.

14—18-го наблюдения велись Л. А. Башариной из домика. Каменные лавины происходили через 30—40 мин., преимущественно из восточной части купола.

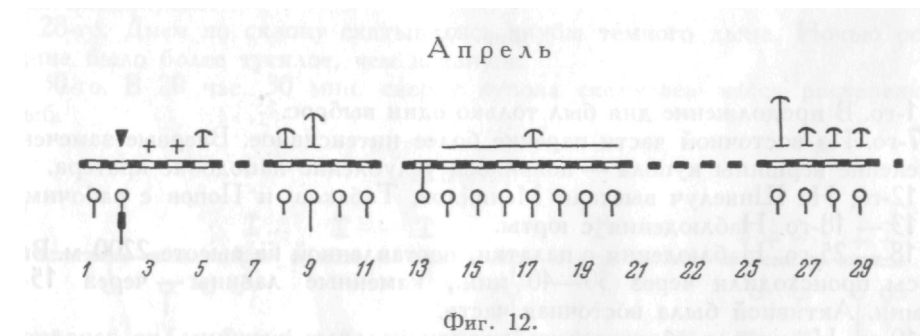
16-го. В полночь одновременно с двумя следовавшими друг за другом взрывами ощущалось сотрясение почвы.

17-го. За ночь обелиск сильно разрушился, снег кругом покрыт пеплом в 4 мм толщиной. Над вулканом — пиния высотой 1 км, с кроной в 3 км.



Первую половину месяца каменные лавины происходили преимущественно из восточной части купола.

26-го. В центральной части купола на вершине появилась скала (obelisk) с четырьмя зубцами. Около нее происходили взрывы и от ее подножия скатывались каменные лавины.

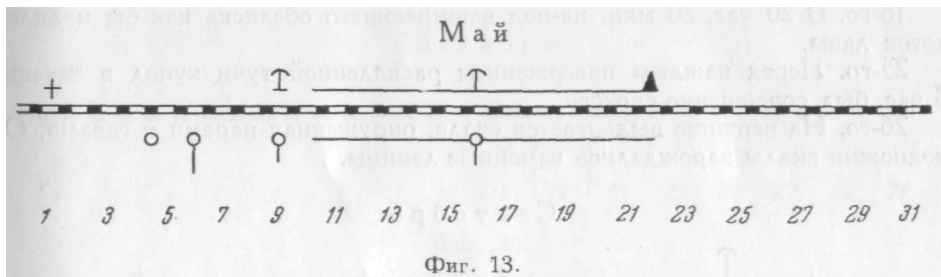


18-го. Наблюдения Башариной из домика. Форма вершины купола сильно изменилась, в западной части возвышался обелиск, мантия расширилась, агломератовый поток удлинился. Лавины скатывались преимущественно с западной части купола. Ночью лавины были красного свечения.

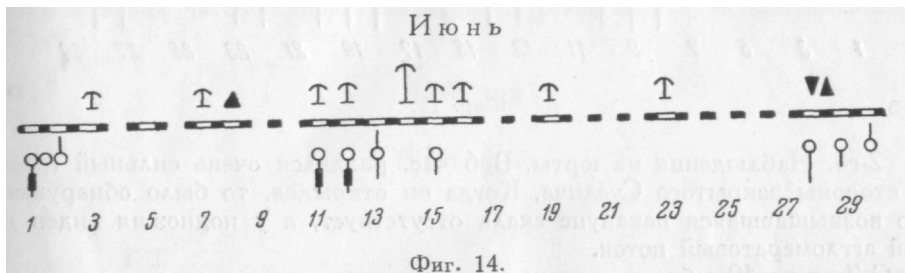
22-го. С подножия купола неожиданно стали подниматься клубы дыма. В течение одной минуты образовалось облако формой цветной капусты. Вблизи этого места остался покров пепла.

23-го. Из подножия купола произошел косой выброс 700 м высоты. В месте вчерашнего взрыва действовала новая фумарола.

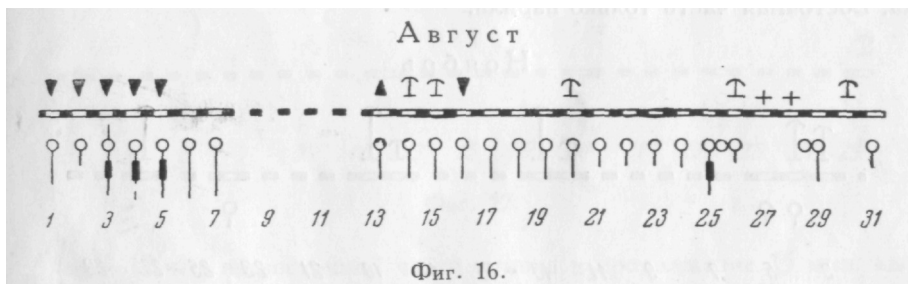
27-го. Наблюдения Попова из домика. В 10 час. 12 мин. ощущалось землетрясение, и сразу же раздался грохот, и с вершины скатилась огромная скала. С места падения скалы полился поток воды от таяния снега и поднялся столб пара. В 12 час. 26 мин. взрыв повторился, но обелиск упал из центральной части вершины. Перед падением обелиска происходили часто косые выбросы. Температура падавших камней была 730, 760, 950°.



22-го. В западной части вершины купола началось выпирание скалы.



30-го. В результате частых лавин из западной части купола сильно разрушилась эта часть.



Наблюдения автора и С. И. Набоко из домика.

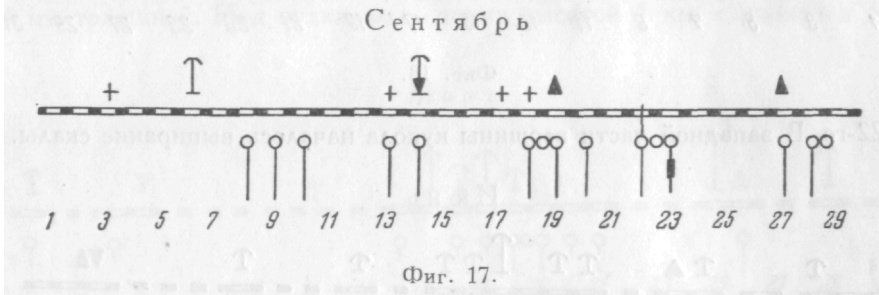
1-го. В 14 час. 45 мин. из восточной части купола скатилась туча, длиной в 1,5 км и высотой в 200—300 м.

6—7-го. Каменные лавины скатывались почти непрерывно, создавая впечатление потока лавы. Наблюдения Л. А. Башариной и Н. Д. Табакова из домика.

18-го. В 20 час. 20 мин. из-под выпирающего обелиска как бы излился поток лавы.

25-го. Перед каждым извержением раскаленной тучи купол в течение 3 час. был совершенно спокоен.

26-го. На вершине выдвигается скала, окруженная парами и газами. От подножия скалы зарождались каменные лавины.



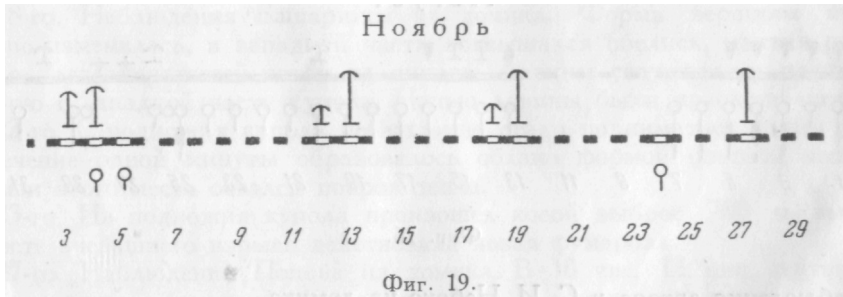
2-го. Наблюдения из юрты. В 6 час. раздался очень сильный грохот со стороны закрытого Суелича. Когда он открылся, то было обнаружено, что возвышавшаяся накануне скала отсутствует, а у подножия виден новый аггломератовый поток.

С 7-го по 10-е более активна западная часть купола.

13-го. Подножие Шивелуча далеко на юго-восток покрыто сплошной пеленой пепла.

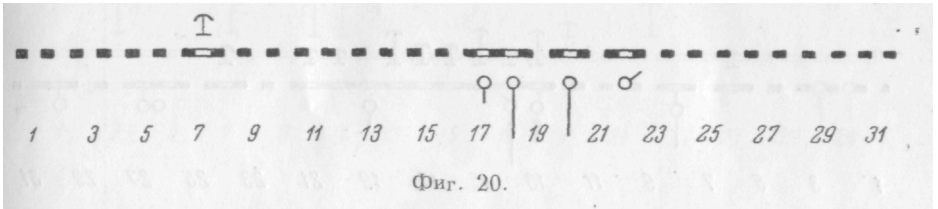


С 1-го по 10-е лавины и выбросы приурочены к западной части купола. Восточная часть только парила.



Лава выжималась с образованием каменных лавин одновременно из восточной и западной частей вершины купола. В центральной части происходило опускание. В конце месяца из средней части вершины купола начала выдвигаться скала.

Декабрь

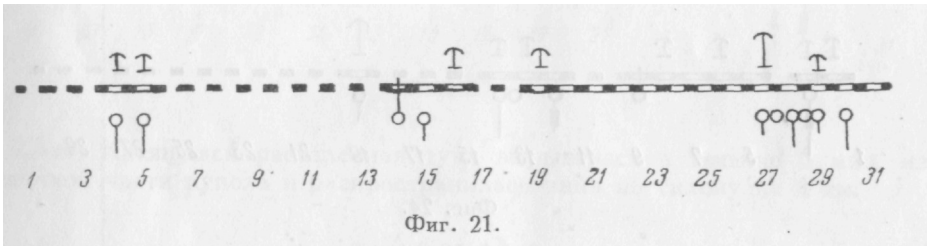


Фиг. 20.

17—18-го наблюдения С. И. Набоко из домика. Каменные лавины за-  
рождались в западной части вершины купола. Образованию катящейся тучи  
предшествовал часовой покой на куполе. Катящаяся туча протянулась на  
1,5 км.

1948 год

Январь



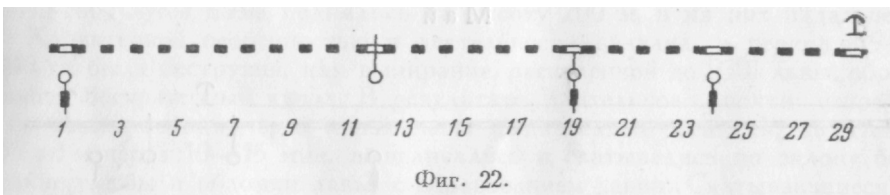
Фиг. 21.

4-го. Столб пара над Суеличем поднимался на высоту 3 км. С подно-  
жия купола поднималось два столба пара, неясно — из трещин или от  
упавших горячих масс.

14-го. Склоны Шивелуча покрылись слоем розового пепла.

27-го. Наблюдения Табакова с подножия Шивелуча. За 8 часов прои-  
зошло 58 каменных лавин. На другой день за 9 часов — 75 лавин.

Февраль



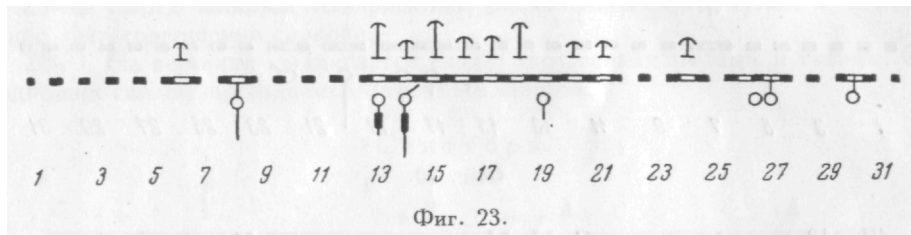
Фиг. 22.

1-го. В 12 час. из восточной части купола в продолжение 15 мин. выры-  
вались клубы черного дыма, они прокатились по склону на расстояние в ки-  
лометр. Поднявшись на километровую высоту, туча растянулась полосой  
на 15—20 км. Пепел рассеялся через 15 мин.

12-го. В окружности на несколько километров выпал пепел, покрыв снег  
слоем в 3 мм толщиной.

19-го. У подножия Суелича образовался новый агломератовый поток  
длиной в километр. Склоны Шивелуча покрыты пеплом.

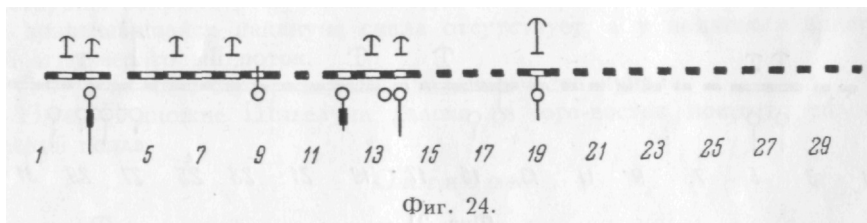
## М а р т



Фиг. 23.

14-го. Катящиеся раскаленные тучи зарождались в нижней части купола (подножия) в 200—250 м от вершины. Черные тучи вырывались из купола в продолжение 4—7 мин. Катящаяся туча в 11 час. 35 мин. была менее густой, но протянулась на 10 км, имея высоту 500—700 м.

## А п р е л ь

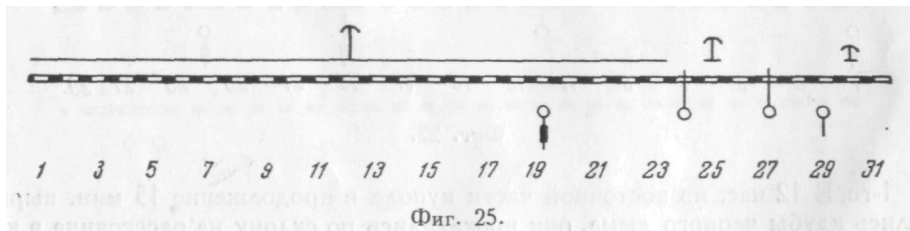


Фиг. 24.

3-го. Пепловая туча скатилась с восточной части купола и прокатилась по долине 1 км.

19-го. Наблюдения С. И. Набоко с подножия Суелича. Взрывы локализовались во внутренней части купола (возможно, в кратере обрушения) и происходили через 2—3 часа. При наблюдениях с южной стороны купола сперва был слышен приглушенный грохот, а потом происходили обвалы камней, поднимающих пыль. Из трех трещин в куполе, вытянутых в меридиональном направлении, при взрывах выделялись облака дыма.

## М а й

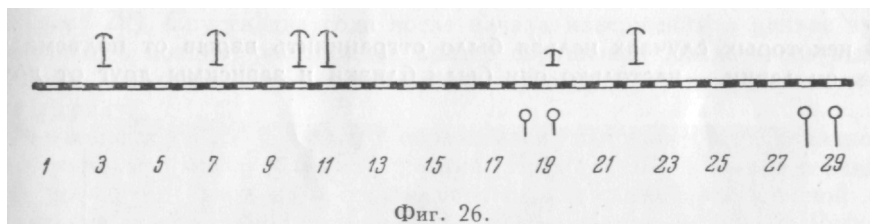


Фиг. 25.

24-го. В результате вертикальных выбросов образовался столб дыма высотой 3 км. Взрывы продолжались в течение двух часов.

27-го. При вертикальном взрыве образовался столб дыма высотой 2 км и диаметром 0,5 м. Наверху дым вытянулся полосой в 30—40 км. Спустя полчаса дым рассеялся.

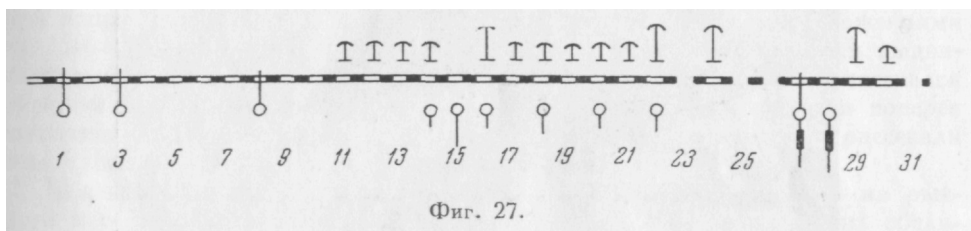
## И ю н ь



Фиг. 26.

18-го. Наблюдения автора из домика. Лавины происходили чаще, чем образование катящихся ТУЧ. Подземный гул слышался через каждые 2—3 мин. Кратер обрушения расширился.

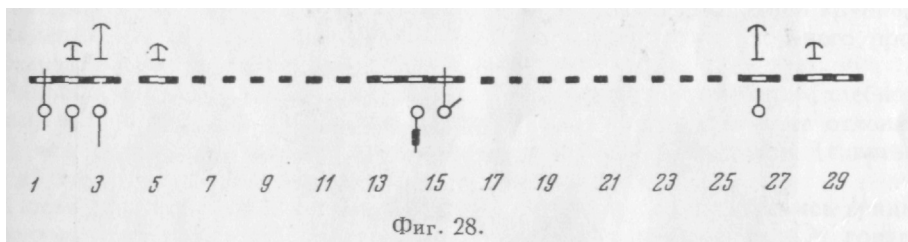
## И ю л ь



Фиг. 27.

27-го. Катящаяся раскаленная туча вырывалась в течение 5 мин. из восточной части купола и распространилась вниз по склону на 1 км.

## А в г у с т



Фиг. 28.

15-го. Клубы дыма поднялись на высоту 200 м, н из них падал пепел.

Характерной особенностью в деятельности вулкана в период 1946—1948 гг. была экструзия, или выпирание, раскаленной до  $930^{\circ}$  лавы, образовавшей бескратерный купол. В результате длительного, почти непрерывного выдавливания через купол лавы выдвигались обелиски, высотой до 100 м, и через 10—15 мин. вываливались и скатывались по склону более мелкие глыбы и обломки лавы, с образованием лавин. Скатывающиеся лавины поднимали тучи пыли (пепла).

На различной глубине под поверхностью и на поверхности купола, в процессе общего подъема лавы, зарождались взрывы. Через различно ориентированные трещины на склоне и у подножия купола вырывались косые и стелящиеся по склонам тучи. Редко через вертикальные трещины и кратер обрушения происходили вертикальные выбросы. Взрывы сотрясали купол и вызывали обрушения и лавины обломков. В результате взрывов и следующих за ними обрушений получалась скатывающаяся по склонам

масса, состоящая из смеси газов, пепла и обломков, образуя катящуюся тучу.

В некоторых случаях нельзя было отграничить взрыв от подъема туч пепла от лавин,— настолько они были близки и зависимы друг от друга.



Фиг. 29. Агломератовый поток на Суеличе.

Фото А.А. Меняйлова.

Выделения паров и газов из трещин куполов были: а) непрерывные, либо б) прерывистые, либо, наконец, в) длительно постоянные в виде фумарол на новом, и сольфатар на старых куполах, претерпевавших в связи с извержением изменения в составе газов и температуре.

В результате извержения на вулкане Шивелуч образовался купол из глыб лавы, а вокруг него — мантия из глыб и пепла, а ниже по долине

отложился из многократных лавин и раскаленных туч агломератовый поток (фиг. 29). Спустя два года после начала извержения в центре купола родился, а позднее расширился кратер обрушения. После этого выпирание лавы локализовалось в южной части купола, образовав широтную зубчатую гряду.

Новый купол Суелич образовался, как уже было сказано, на месте купола предыдущего извержения. Большая часть лавы последнего была по частям взломана и отброшена напором свежей раскаленной лавы. Гигантские глыбы старой лавы и сейчас лежат вблизи от купола. Раскаленная лава впервые была замечена (Пийп, 1948) в декабре 1944 г. С этого времени, собственно, и начались проникновения лавы на поверхность и подготовка к формированию нового купола. Последний стал видным издалека в начале 1946 г. Лавины с купола наблюдались (Энман, 1948) со склона вулкана в апреле 1946 г. По нашим наблюдениям (Меняйлов и др., 1948), в августе 1946 г. купол был уже высотой около 300 м и вытянут в широтном направлении. Каменные утесы возвышались над рыхлыми отложениями на 150—200 м, а отдельные глыбы или так называемые обелиски выдвигались над куполом на 50—100 м. В своей верхней части купол расщелился трещинами, которые только иногда были ориентированы вдоль и поперек широтной вытянутости купола. Чаше же трещины беспорядочно расщелили весь купол, создавая беспорядочные нагромождения скал и глыб.

Мантня и агломератовый поток образовывались из рыхлого и обломочного материала лавин, крупных обломков падавших обелисков и пепла раскаленных туч. Вблизи от купола в мантии преобладали обломки над пеплом. Мощность этих отложений у подножия купола была большой. Вниз по долине протягивался агломератовый поток, в котором также преобладали обломки над пеплом. В конце потока, в 2—3,5 км от купола, преобладал пепел. Мощность отложений здесь была в среднем около 1 м. Здесь над слоем тончайшего пепла иногда возвышались крупные раскаленные глыбы, очутившиеся здесь в результате стремительного продвижения раскаленных туч.

Многие из глыб имели растрескавшуюся поверхность типа хлебной корки, настоящих же бомб обнаружено не было. Пепел в момент отложения был очень рыхлым, но со временем от влаги уплотнялся (схватывался) так, что по нему можно было свободно ходить.

После прохождения раскаленных туч по руслу лощин получались гряды сортированных рыхлых продуктов, подобные боковым моренам. От грязевых, всегда слабых потоков оставались сортированные отложения, в зимнее время представлявшие собою слоистые «смерзшиеся туфы».

Лава нового извержения была серого и розового цветов. Текстура серых лав плотная, красных — пористая; при сочетании обеих разновидностей получились грубополосчатые лавы. В межполосчатых участках лав наблюдались каверны и лимонообразные желваки той же лавы в поперечном сечении до 5 см, ориентированные в одном направлении. Это свидетельствовало о том, что в глубине отламывающиеся пластические куски при относительном движении полос лавы могли сплющиваться и округляться. По химическому и петрографическому составу лавы относятся к кислым андезитам.

### ТЕМПЕРАТУРА ЛАВЫ, ПЕПЛА И ГАЗОВ

Температура лавы определялась в разные периоды извержения с помощью оптического пирометра или на-глаз — по цвету каления (табл. 1),

Из этих определений видно, что максимальная температура лавы определена была в 930°. Лавины из обломков лавы обычно освещали

Таблица 1

## Температура лавы Шивелуча во время извержения в 1946—1948 гг.

Дата	Температура в °С	Способ определения	Наблюдения с расстояния в м	Кто определил
Сентябрь 1946 г.	700—900	По цвету раскаленной лавы и с помощью оптического пирометра		Меняйлов Набоко Башарина Меняйлов
	650—900			
	620—900			
	750—800			
Январь 1947 г.	580—670			Табачков Попов
	600—770			
17—18 февраля 1947 г.	780—945	Оптическим пирометром	300	Башарина  Попов " " "
27 апреля 1947 г.:	740—760			
19 час. 30 мин.				
19 " 50 "				
20 " 35 "				
20 " 50 "	950			
28 апреля 1945 г.:	730			
3 час. 50 мин.	790	По вишнево-красному цвету раскаленной лавы		"
4 " 10 "	930			
14 августа 1947 г.	800—900	По вишнево-красному цвету раскаленной лавы		Меняйлов
Январь 1948 г.	800—850			

сопровождающие их газовые тучи красным цветом и различными оттенками, соответствующими температуре лавы 700—930°. Раскаленные тучи пепла были, по видимому, не выше такой температуры; выше температуры не было, и белого цвета каления никогда не наблюдалось. Там, где проходили тучи, происходило быстрое таяние снега. При падении горячих глыб в снег происходило бурное парообразование, и клубы пара вместе с пеплом поднимались на 200—300 м.

Изверженные твердые продукты вскоре после извержения охлаждались. Крупные глыбы с поверхности скоро приобретали температуру около 300°. Песок вокруг крупных глыб долгое время имел температуру около 200°. Остывание песка и пепла на поверхности агломератового потока составляло 3—5° в сутки. Из охлаждавшихся песков и пеплов выделялись газы (вторичные фумаролы), а на камнях возгоны—сульфаты щелочей и магния.

Температура газов на первичных фумаролах на вершине купола была 500—600°, на вторичных фумаролах на агломератовом потоке — около 200° и в сольфатарах и мофеттах на старых куполах — около 100°.

Состав газов и возгонов (по данным С. И. Набоко, Л. А. Башариной и Н. Д. Табакова) указывает на существенно активную газовую фазу у купола Суелич. Газы значительно отличаются от таковых старых куполов Кратерной вершины и Карана. Для сравнения даны наиболее характерные анализы составов газов старых и новых куполов (табл. 2).

Возгоны на куполе Суелич преимущественно безводные сульфаты щелочей и как малая примесь хлориды щелочей, а на старом куполе — Кратер-

Таблица 2

## Содержание газов в фумаролах Шивелуча

Газообразные выделения и температура фумарол	Новый купол Суелич, 1947 г., аггломератовый поток	Старые куполы				
		Кратерная вершина			Каран	
		1938 г.	февраль 1947 г.	август 1947 г.	1938 г.	1947 г.

В объемных процентах

CO <sub>2</sub>	0,80	3,1	12,85	48,90	—	76,80
CO	0,05	3,2	0,05	0,05	—	0,05
SO <sub>2</sub>	0,09	—	0,51	0,56	—	—
H <sub>2</sub> S	—	—	0,62	0,90	—	0,15
HCl	0,04	0,7	—	—	—	Нет
H <sub>2</sub>	—	—	0,05	0,1	8,4	0,15
CH <sub>4</sub>	—	—	—	—	3,6	—
H <sub>2</sub> O	—	—	83,00	87,5	—	93,00
t°	203	100	100	93	80	96

Примечание. Вода в весовых процентах.

пая вершина — нормальные водные сульфаты алюминия и железа; на Каране возгонов мало.

Бор определен только в сольфатах Кратерной вершины. Фтор в сольфатах и фумаролах отсутствует, а обнаруживается только в свежих лавах (до 0,08%) и меньше — в пеплах.

## ОБЪЕМ ИЗВЕРЖЕННОГО МАТЕРИАЛА К КОНЦУ 1947 г.

К концу 1947 г. мы имели следующие данные об объеме изверженного материала.

объем купола . . . . .	50	100 млн. м <sup>3</sup>
„ мантии . . . . .	6—12	„ „
„ пеплового ареала окрестностей . . . . .		12 „ „
„ выброшенного пепла 24 июля 1947 г. . . . .		1 „ „
„ некоторых обелисков . . . . .		от 2500 до 5000 м <sup>3</sup>
„ всего изверженного материала . . . . .		125 млн. м <sup>3</sup>

За один год с августа 1946 г. купол вырос на 150 м в высоту, т. е. в среднем он рос со скоростью 0,5 м в сутки, обелиски же выдвигались в сутки на 1—15 м, а иногда (например, в апреле 1947 г.) и больше. Скорость продвижения по склону раскаленной тучи, прослеженная летом 1947 г., равнялась 2 км в 2 мин.

В заключение необходимо остановиться на значении наблюдавшихся фактов как для решения вопроса о типе последнего (1944—1948 гг.) извержения, так и об определении предшествовавших ему извержений. Все это извержение по характеру и силе явлений разделяется на три периода:

1) Начальный период, когда происходили преимущественно вертикальные выбросы пепла (конец 1944—1945 гг.).

2) Период формирования бескратерного купола и обелисков, сопровождающегося лавинами из обломков лавы и выбросами главным образом

стеющихся раскаленных туч пепла. Образование последних обусловлено взрывами направленного действия (1945—1947 гг.).

3) Период формирования на куполе кратера обрушения, лавин и выбросов, обусловленных как взрывами направленного действия, так и вертикальными (отчасти в 1947 г. и в особенности в 1948 г.).

Для определения типа извержения большую роль играет выяснение характера взрывных явлений. Извержение Шивелуча, зависевшее от определенной степени вязкости лавы, состояло из двух элементов: из выпирания или выталкивания на поверхность полутвердевшей лавы с образованием купола и лавин и из взрывов с образованием раскаленных туч. Характерными являются следующие факты: 1) после больших обрушений обелисков в той или иной части купола обычно наступало затишье; 2) взрывы были как поверхностные, так, повидимому, и глубокие. Поднимающаяся активная, насыщенная газами лава, вследствие определенной степени вязкости, не могла спокойно выделять газы. Последние могли выделяться взрывом только при разламывании, разваливании и раздроблении во время выдвигания лавы и в процессе лавинообразного передвижения ее по склону купола. Серия взрывов (подобно детонации) продолжалась долго при движении раскаленной тучи далеко вниз по склонам вулкана. Движение раскаленных туч по долинам обусловлено силой тяжести обломков и самовзрывной способности вязких лав, столь характерных для пелейских извержений.

Дождь и влага способствовали образованию слабых, но частых (через 1—2 мин.) обвалов камней (происходило растрескивание лав). При их скатывании по склону поднимались тучи пепла. Эти поднятые со склонов пеплы не имели свойств самовзрываться.

После образования кратера обрушения из него стали появляться вертикальные, т. е. восходящие, тучи. Они были слабо насыщены пеплом и значительно менее динамичны (они не были кудрявыми, как стеющиеся тучи).

По случайному характерным признакам, наблюдавшимся нами в течение двух лет, извержение Шивелуча в 1946—1948 гг. относится к таким, которые связаны с глубоким магматическим очагом и высоким газовым давлением в вязкой относительно высокотемпературной лаве. К наиболее важным признакам, подтверждающим это, относятся следующие явления:

- 1) Выталкивание пробки, образование купола с обелисками и частых раскаленных лавин.
- 2) Стеющиеся раскаленные тучи пепла в результате самовзрывания вязкой лавы (типа *puces ardentes*).
- 3) Редкие, но весьма характерные сильные глубокие взрывы, сотрясающие склоны вулкана.
- 4) Высокая температура лавы (620—930°), наблюдавшаяся более двух лет.
- 5) Активные газы, относившиеся к группе серы и хлора.
- 6) Включения в лаве кристаллических сланцев, залегающих (судя по геологическим данным в толщах, прорываемых вулканом) глубже 6 км и полнокристаллических гомеогенных включений.

По этим признакам извержение 1944—1948 гг. близко к извержению Мон-Пеле 1929—1932 гг., и в целом, по мнению автора, его нельзя при-

<sup>1</sup> Лакруа (по Пийпу, 1946) отличал «пелейскую тучу направленного взрыва» от «раскаленной тучи лавин». Штейн (Stehen, 1936) раскаленные тучи разделял на: взрывные (*Explosionsglutwolken*) и раздробленные (*Absturzglutwolken*). Первые происходят в результате внутренних причин (взрыв поднимающихся газов), а вторые — вследствие внешних причин (эрозионных явлений, силы тяжести лавин, дождя и т. п.).

<sup>2</sup> В литературе известны различные классификации. В частности, по классификации Эшера (по Пийпу, 1946), пелейские извержения разделяются на три типа:

равнивать, как это сделал для начальных стадий Б. И. Пийп (1946, 1948), к извержению типа Лассен Пик.

Предшествующее извержение 1926—1930 гг., как и более ранние, по свидетельству старожилов, проявилось аналогично последнему. Литературные скудные сведения П. Т. Новограбленова (1932) и Д. И. Мушкетова (1935) говорят лишь об отдельных явлениях этого извержения. Выбросы пепла и пара, раскаленная лава и землетрясения указывались ими в промежутке между 1926 и 1930 гг.

В 1937 и 1938 гг. мы (Меняйлов, 1939; Иванов, 1939) еще застали купол свежих лав; на его скалистой вершине было расположено пять групп наиболее сильных фумарол. В долине на 3—4 км протягивался агломератовый поток из глыб андезитовых лав, совершенно аналогичный тому, который образовался при последнем извержении. Различие лишь было в том, что отсутствовал наиболее мелкий материал, который к тому времени, вероятно, был размыв вешними водами.

Исторические данные (Дитмар, 1901) свидетельствуют о том, что извержение в 1854 г. было приурочено к западной части, т. е. к той части, где расположен Каран.

Сольфатарное состояние Кратерной вершины и мофеттное состояние Карана, а также большая степень изменения лав фумарольными газами на Каране свидетельствуют о том, что он старше (древнее) первого. Вероятно, образование купола Каран произошло в 1854 г., а купола Кратерная вершина — в 1897 г. К. Богданович (1904) в эти годы был на западном склоне, откуда не видна эта вершина, и потому у него нет прямого указания на пункт извержения.

В литературе есть указания на извержения Шивелуча, замеченные в 1882 г. (по Пийпу, 1948), между 1790—1810 гг. и в 1739 г. (Гумбольдт, 1858, по данным Эрмана). Последние охарактеризованы А. Гумбольдтом как большие извержения, закончившиеся в выбросах раздробленных вулканических пород, без потоков лав. Более древние извержения Шивелуча зафиксированы в озерных и флювиогляциальных отложениях пятью прослойками пемзовых пеплов. Нижние два прослоя соответствовали межледниковым извержениям (Кушев и Ливеровский, 1940), а верхние три — постледниковым. Таким образом, пемзовые выбросы, характеризующие начальную стадию образования куполов в кальдере и на склоне, начали формироваться и межледниковую эпоху.

В фазу своей древней деятельности, начавшейся в конце плиоцена, Шивелуч раньше сложился в результате преимущественно взрывных извержений, а позднее — в результате многократных мощных излияний лавы меняющегося состава: от андезитов до базальтов.

Несомненно, древний Шивелуч является гигантским (более 10 км в радиусе) конусом, сложенным потоками когда-то текучих лав. Только поздние образования в кальдере возвышенности принадлежат к характерным образованиям вязкой лавы.

1. Извержения типа Пеле (1902—1903) происходят из глубокого магматического очага при высоком газовом давлении; вследствие существования лавовой пробки происходят косые и горизонтальные взрывы.

2. Извержения типа Сен-Винсент (1902) и Клуз (1919) происходят при умеренном газовом давлении в магме и характеризуются раскаленными тучами вертикального направления.

3. Извержения типа Мерапи (1920 и 1930) происходят при низком газовом давлении в магме, т. е. из неглубокой магматической камеры. Они характеризуются выпиранием лавовой пробки в кратере и раскаленными лавинами.

<sup>1</sup> Б. И. Пийп характеризовал его как слабое эксплозивное извержение, с кратковременными и случайными выстрелами и выбросами старой холодной лавы (разогреваемой только у выхода).

Извержение 1944—1948 гг. Шивелуча, так же как и ближайшие предшествующие, является эксплозивно-экструзивным пелейским извержением вязкой магмы угасающего полигенного вулкана (стратовулкана), магма которого эволюционировала в вулканическом очаге от жидкостной текучей основной к более вязкой кислой.

### ЛИТЕРАТУРА

- Дитмар К. Поездки и пребывание в Камчатке в 1851—1854 гг., ч. 1, СПб., 1901.
- Меняйлов А. А. Посещения вершин вулкана Шивелуч и его деятельность в 1937—1938 гг. Бюлл. Вулканолог. ст. на Камчатке, № 7, 1939.
- Меняйлов А. А., С. И. Набоко, Л. А. Башарина, Н. Д. Табаков. Извержение вулкана Шивелуч летом 1946 г. Бюлл. Вулканолог. ст. на Камчатке, № 16, 1949.
- Мушкетов Д. И. Физическая геология. ОНТИ, 1935.
- Новограбленов П. Т. Каталог вулканов Камчатки. Изв. Гос. геогр. об-ва, т. XIV, вып. 1, 1932.
- Пийп Б. И. О раскаленных агломератовых потоках. Бюлл. Вулканолог. ст. на Камчатке, № 12, 1946.
- Пийп Б. И. Извержения вулканов Камчатки в 1944—1945 гг. Изв. АН, серия геол., № 6, 1946.
- Пийп Б. И. Новое эруптивное состояние вулкана Шивелуч с конца 1944 г. по май 1945 г. и некоторые замечания о геологической структуре этого вулкана и его прошлых извержениях. Бюлл. Вулканолог. ст. на Камчатке, № 14, 1948.
- Энман В. П. Кратер Шивелуча 29—30 апреля 1946 г. Бюлл. Вулканолог. ст. на Камчатке, № 15, 1948 г.
- Bogdanowitsch K. Geologische Skizze von Kamschatke. Peterm. Geogr. Mitt., 1904.
- Ertraan A. Reise um die Erde durch Nord-Asien und die beiden Ozeane in den Jahren 1828, 1829 und 1830, B. III. Berlin, 1848.
- Humbold A. Cosmos, 1858.
- Stehen Ch. E. Beobachtungen an Glutwolken während der erhöhten Tätigkeit des Mscapi in Mittel Java in den Jahren 1933—1935. Handlg. v/h. 7, Ned-Jnd. Natuurw. Congres Batavia, 1936.
- Perret F. A. The Eruption of Mt. Pelee 1929/1932. Carnegie Institution of Washington, 1935.