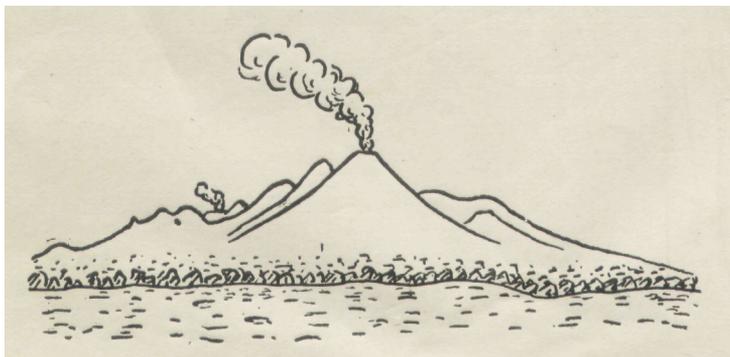
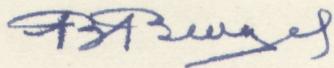


БЮЛЛЕТЕНЬ
ВУЛКАНОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
НА КАМЧАТКЕ

№ 1

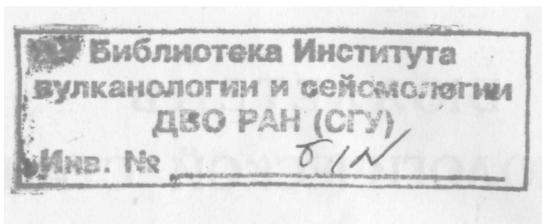




**БЮЛЛЕТЕНЬ
ВУЛКАНОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ
НА КАМЧАТКЕ**

№ 1





Ответственный редактор издания,
директор Петрографического института акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг

Технический редактор С. А. Шабуневич. — Ученый корректор Е. П. Раутман

Сдано в набор 27 мая 1937 г. — Подписано к печати 3 августа 1937 г.

34 стр. (14 фиг.) + 1 вкл. табл.

Формат бум. 72X110 см.— $2\frac{3}{8}$ печ. л.—2.39 уч.-авт. л.—45056 тип. зн. в л.—Тираж 750
Ленгорлит № 3878. —РИСО № 416. —АНИ № 151. —Заказ № 656

Типография Академии Наук СССР. Ленинград. В. О., 9 линия, 12.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Еще в 1929 г., когда в Тихоокеанском комитете при Академии Наук СССР обсуждался план вулканологических исследований на Камчатке, было установлено, что эти исследования должны идти по двум направлениям. С одной стороны, был намечен ряд экспедиций в районы действующих вулканов, с другой — было признано необходимым организовать стационарные наблюдения над деятельностью наиболее интересного, крупного и мало изученного вулкана северной группы — Ключевской сопки с ее побочными вулканами. С этой целью было решено построить вулканологическую станцию в с. „Ключи“, с филиальным отделением на склоне Ключевского вулкана для облегчения восхождений на его вершину [1].¹ Вулканологическая станция по проекту должна была состоять из петрографической лаборатории, химической лаборатории, сейсмологической обсерватории и жилого помещения для наблюдателей.

В 1935 г. эта станция и была организована, за исключением сейсмологического отдела, и с этого времени начались систематические наблюдения, которые производились с сентября 1935 г. по октябрь 1936 г. группой геолога В. И. Влодавца; с октября 1936 г. наблюдения продолжает вести группа геолога А. А. Меняйлова. Химические анализы газов производил химик И. З. Иванов.

Значение стационарных наблюдений над действующими вулканами уже давно было установлено вулканологическими обсерваториями на Везувии и на Этне и в особенности систематической работой Вулканологической обсерватории у Килуэа, на склоне вулкана Мауна-Лоа, на Гавайских островах (Hawaiian Volcano Observatory). Много ценных для вулканологии наблюдений и новых научных фактов дала эта Гавайская вулканологическая обсерватория, руководимая усердным вулканологом Джаггаром (Jaggar). Особенно яркой иллюстрацией не только научного, но и важного в практическом отношении значения систематического и пристального изучения поведения вулкана является замечательный факт применения в декабре 1935 г. бомбардировки начального участка лавового потока Мауна-Лоа с самолетов-бомбовозов с целью заставить поток, угрожавший водоснабжению города Хило (Hilo) и самому городу, изменить свое направление [2, 3].

¹ Цифры в прямых скобках соответствуют порядковым номерам „Литературы“.

Благодаря сочетанию подробного изучения деятельности вулкана и действия авиации удалось спасти город.

Если говорить о практическом применении вулканологических наблюдений, то можно предвидеть и использование вулканического пепла для небольших промышленных установок или для домашних целей; примеры этому имеются в Италии и Японии; известно также, что некоторые птицы кладут свои яйца в горячий вулканический пепел, пользуясь им в качестве инкубатора [4]. Можно ожидать полезных практических результатов и от сейсмологических наблюдений. Но, конечно, главной целью вулканологических наблюдений остаются более широкие научные задачи. И здесь открываются широкие перспективы перед станцией, особенно если принять во внимание, что она дает возможность не только систематических стационарных, но и экспедиционных наблюдений в течение круглого года и обеспечивает быструю петрографическую и химическую обработку собранного материала на месте. Газообразные продукты извержений будут изучаться не только с точки зрения установления их состава, наличия и значения водяных паров, соединений фтора, хлора, бора и др., но и с точки зрения проверки и дополнения той закономерной смены фумарольных газов и паров во времени и в пространстве, которая была установлена Сент-Клер-Девиелем и Фукэ и, конечно, не является универсальной.

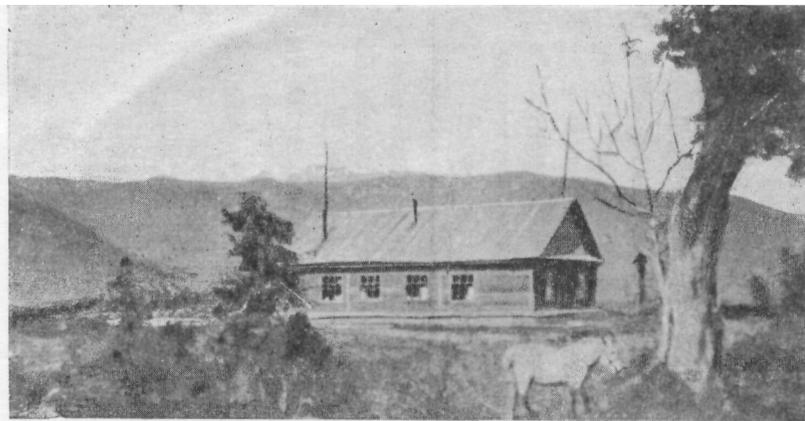
Возгоны, бомбы и другие вулканические выбросы все еще обещают интересные новые факты. Изменение и смена химического состава и структура лав Ключевской сопки, структура, морфология и типы деятельности как действующих, так и потухших вулканов Камчатки, наличие представителей щелочных пород в этой области с обликом так называемого тихоокеанского типа — вот задачи, которые на ряд лет обеспечивают станции и ее работникам интересные объекты для исследований и обещают им интересные результаты.

Сведения о текущей работе Камчатской вулканологической станции и об ее результатах и призван давать „Бюллетень” станции. „Бюллетень” будет выходить четыре раза в год, в двух изданиях: на русском и английском языках; в настоящий, первый, выпуск вошли наблюдения 1935 г.; следующий выпуск даст наблюдения за первую половину 1936 г.

Адрес для корреспонденции и для изданий, присылаемых в обмен: Москва 17, Старомонетный пер., 35, Петрографический институт им. Ф. Ю. Левинсон-Лессинга Академии Наук СССР, для Вулканологической станции.

Литература: 1. Ф. Левинсон-Лессинг. Краткая записка о задачах Вулканологической экспедиции на Камчатку. Бюлл. Тихоок. ком. Акад. Наук СССР, 1929, № 2, стр. 20. — 2. Ф. Левинсон-Лессинг. Замечательный случай применения самолетов-бомбовозов для бомбардировки лавовой потока. „Природа”, 1936, № 8. — 3. T. A. Jag-gar. The Bombing of Mauna Loa, 1935. The Volcano Letter № 442, December 1936. — 4. A. Rittmann, Ober die Nutzbarmachung vulkanischer Krafte. Die Naturwissenschaften, 16, 26. Oct. 1928, Heft 43, p. 797.

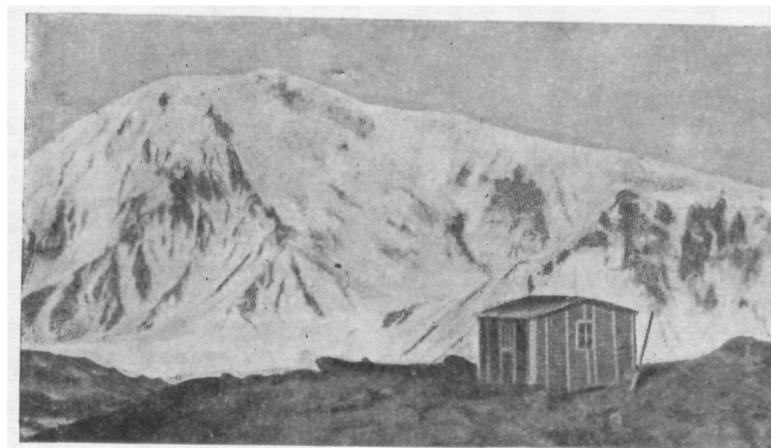
Директор Вулканологической станции на Камчатке
акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг.



Здание Вулканологической станции Академии Наук СССР в с. Ключи на Камчатке. Вид с юго-востока.



Вид с Вулканологической станции на Ключевскую группу вулканов. Слева направо — Ключевской, Средний и Плоский вулканы.



Домик на склоне Ключевского вулкана, на высоте около 2850 м. На заднем плане — Плоский и Средний вулканы.

В. И. ВЛОДАВЕЦ, А. И. ДЬЯКОНОВ, Н. Н. ДЬЯКОНОВА, И. З. ИВАНОВ
и В. Ф. ПОПКОВ

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ КЛЮЧЕВСКОГО ВУЛКАНА с 1 СЕНТЯБРЯ по 31 ДЕКАБРЯ 1935 г.

Наблюдения за деятельностью Ключевского вулкана начались с 1 сентября 1935 г., причем до 1 декабря того года они велись преимущественно только в течение дня, а с 1 декабря 1935 г.—круглые сутки.

Наблюдения сведены в нижеследующие таблицы, в которых отмечены: 1) месяц и число, 2) продолжительность видимости вершины вулкана, 3) общий характер деятельности вулкана и 4) максимальная высота подъема газового столба, содержащего только газы и пар- или, вместе с ними, и рыхлые вулканические продукты. Сведения, помещенные во 2-й, 3-й и 4-й графах, относятся за период до 1 декабря только ко времени фактических наблюдений, а после 1 декабря — к полным суткам.

Описание деятельности Ключевского вулкана дано суммарно по суткам вследствие того, что описание по часам и минутам значительно увеличило бы объем таблиц.

Наблюдения за каждый месяц, кроме того, сведены в диаграмму, в которой по оси абсцисс отложены дни и часы месяца, а по оси ординат — высоты подъема вулканических выделений.

Выделения газов и пара обозначены белыми кружками, выделения газообразных продуктов и вулканических песка и пыли — черными кружками. Выброс раскаленных лапилли и других вулканических продуктов обозначен кружками с лучами.

Промежутки времени, когда не было видно вершины вулкана или не было наблюдений, обозначены заштрихованными полосками.



1935 г.

Месяц и число	Продолжи- тельность видимости вершины вулкана	Характер деятельности вулкана	Максималь- ная высота подъема га- зового столба или облака над кратером, в метрах
1	2	3	4
Сентябрь			
1, 2	Закрыт облаками		
3	3 ч. 47 м.	Спокойно парил. Вечером вместе с газами и паром выделялись вулканические рыхлые продукты	195
4	6 ч.	Спокойно подымались газообразные выделения, временами насыщенные вулканическими рыхлыми продуктами	195
5 и 6	Закрыт		
7	6 ч. 45 м.	Спокойно выделялись как газообразные, так и рыхлые вулканические продукты . . .	70
8	24 ч.	Все время выделялись газообразные продукты. Изредка вместе с ними— и рыхлые вулканические продукты	650
9, 10, 11 и 12	Закрыт		
13	12 ч. 07 м.	Спокойно парил. Временами вместе с газами и паром подымались рыхлые вулканические продукты	165
14	16 ч.	Спокойно выделялись газы и пар. В течение дня произошло три слабых и два более сильных взрыва, сопровождавшихся выделением газообразных и рыхлых вулканических продуктов	1950
15	3 ч. 28 м.	Спокойно парил	100
16	11 ч. 20 м.	В 8 ч. произошел сильный выброс, а в остальное время слабо парил	1300
17	4 ч. 40 м.	Спокойно парил. К вечеру произошел ряд небольших выбросов газообразных и рыхлых вулканических продуктов	945
18	13 ч. 30 м.	Спокойно парил. В 19 ч. 20 м.—небольшой выброс с небольшим количеством вулканического песка и пыли	650
19	9 ч. 35 м.	С 9 ч. 30 м. до 12 ч.—выбросы почти точно через каждые 5 м. Высота выбросов в среднем 1100 м. До 10 ч. 15 м. интенсивно работали фумаролы	1240
20, 21, 22 и 23	Закрыт		
24	10 ч. 13 м.	Слабо парил. Только один раз в 18 ч. выделялись рыхлые вулканические продукты .	195

(Продолжение)

Месяц и число	Продолжи- тельность видимости вершины вулкана	Характер деятельности вулкана	Максималь- ная высота подъема га- зового столба или облака над кратером, в метрах
1	2	3	4
Сентябрь			
25	24 ч.	Утром интенсивно выделялись газообразные продукты. В 15 ч. 01 м. — небольшое выделение рыхлых вулканических продуктов	650
26	14 ч.	Спокойно клубился. В 11 ч. выделялись рыхлые вулканические продукты	585
27 и 28	Закрыт		
29	9 ч. 15 м.	Спокойно клубился, выделяя все время рыхлые вулканические продукты	455
30	23 ч. 35 м.	До 19 ч. спокойно клубился, выделяя все время рыхлые вулканические продукты. С 19 ч. до конца дня — в покое. За последний промежуток времени из кратера ничего не выделялось	390
Октябрь			
1	23 ч. 29 м.	Спокойно парил. В 16 ч. вместе с газами и парами выделялись и рыхлые вулканические продукты	195
2	24 ч.	Спокойно парил, выделяя все время и рыхлые вулканические продукты. Вечером интенсивно работали фумаролы	—
3	24 ч.	Слабо клубился. В 16 ч. выделялись и рыхлые вулканические продукты	130
4	7 ч.	Слабо парил, выделяя и рыхлые вулканические продукты	100
5	5 ч.	Газообразные и рыхлые вулканические выделения подымались из кратера и скатывались по юговосточному склону вулкана	455
6 и 7	Закрыт		
8	7 ч. 38 м.	Слабо клубился	100
9	21 ч. 45 м.	Клубился, выделяя утром и рыхлые вулканические продукты	260
10	24 ч.	Спокойно парил, выделяя и рыхлые вулканические продукты	130
11	24 ч.	Спокойно парил, выделяя и рыхлые вулканические продукты	100
12	24 ч.	Спокойно парил, выделяя и рыхлые вулканические продукты	100
13	24 ч.	Днем спокойно парил. Вечером в 19 ч. 45 м., в 19 ч. 55 м. и 20 ч. 05 м. были видны небольшие широкие снопы раскаленных искр, подымающиеся на высоту около 650 м над кратером	650

(Продолжение)

Месяц и число	Продолжи- тельность видимости вершины вулкана	Характер деятельности вулкана	Максималь- ная высота подъема га- зового столба или облака надкратером, в метрах
1	2	3	4
Октябрь			
14	24 ч.	Спокойно парил	50
15	24 ч.	Спокойно парил	50
16	24 ч.	Весь день вулкан, не переставая, пульси- ровал. Часто, вместе с газообразными продук- тами, выделялись и вулканические песок и пыль	585
17	22 ч. 19 м.	Весь день клубился. Вечером непрерывно пульсировал. Временами выделялись и рых- лые вулканические продукты	650
18	19 ч. 30 м.	Целый день вулкан был очень активен. Происходили частые выбросы исключительно газообразных продуктов	975
19	9 ч. 50 м.	Выделялись газообразные и рыхлые вул- канические продукты реже из западной части кратера, чаще из центральной и восточной частей кратера. Работали фумаролы в запад- ной части кратера	650
20	9 ч. 05 м.	Весь день вулкан был очень активен. Га- зообразные продукты подымались то из за- падной, то из центральной частей кратера. Вечером несколько раз выбрасывались рых- лые вулканические продукты. Утром и вече- ром работали фумаролы в восточной части кратера	1300
21	0 ч. 10 м.	Спокойно клубился	260
22, 23 и 24	Закрыт		
25	2 ч. 50 м.	Очень часто один за другим подымались газообразные и рыхлые вулканические про- дукты. Часто они поднимались из западной части кратера	975
26	Закрыт		
27	13 ч. 35 м.	Слабо парил. Изредка газообразные про- дукты подымались капустой и затем большою частью скатывались по западному склону. В 13 ч. 32 м. выброс с рыхлыми вулканиче- скими продуктами	455
28	15 ч. 45 м.	Слабо парил	50
29	18 ч.	Слабо парил	50
30	12 ч.	Слабо парил	50
31	24 ч.	Слабо парил	50

(Продолжение)

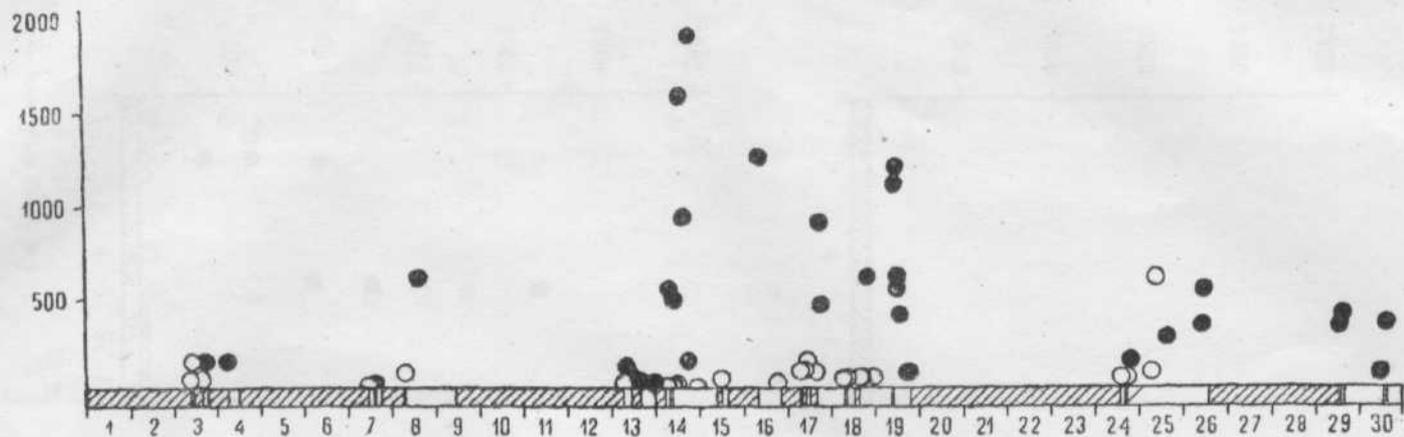
Месяц и число	Продолжи- тельность видимости вершины вулкана	Характер деятельности вулкана	Максималь- ная высота подъема га- зового столба или облака над кратером, в метрах
1	2	3	4
Ноябрь 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	Закрыт		
18	8 ч.	Все время высокие выбросы газообразных продуктов чередовались с низкими. Они подымались из центра кратера. Газы и пар сначала скатывались по юговосточному склону, а затем подымались вверх	1625
19	17 ч. 40 м.	Весь день клубился из центральной части кратера. Пар и газы, медленно клубясь, образовали как бы столб, который точно застыл на весь день. Он подымался прямо вверх, а затем делал поворот под прямым углом на восток и образовал длинный хвост. Временами выделялись и рыхлые вулканические продукты	455
20	24 ч.	Клубясь, выделялись газообразные и рыхлые вулканические продукты, образуя длинный хвост	455
21	14 ч.	Клубясь, выделялись газообразные и рыхлые вулканические продукты	455
22, 23 и 24	Закрыт		
25	1 ч. 10 м.	Интенсивно выделял газообразные и рыхлые вулканические продукты	100
26, 27, 28, 29, 30	Закрыт		
Декабрь			
1	3 ч. 57 м.	Вулкан парил интенсивно, с частыми выбросами газообразных веществ с вулканическими песком и пылью. Выбросы происходили из центральной и восточной частей кратера	650
2	23 ч. 56 м.	Почти весь день вулкан интенсивно клубился и парил. Между 10 ч. 35 м. и 12 ч. 05 м. наблюдались небольшие взрывы-выбросы. С наступлением ночи деятельность вулкана уменьшилась и затем совершенно затихла	910
3	2 ч. 08 м.	Находился в покое	—
4	2 ч. 45 м.	Интенсивно парил	100

(Продолжение)

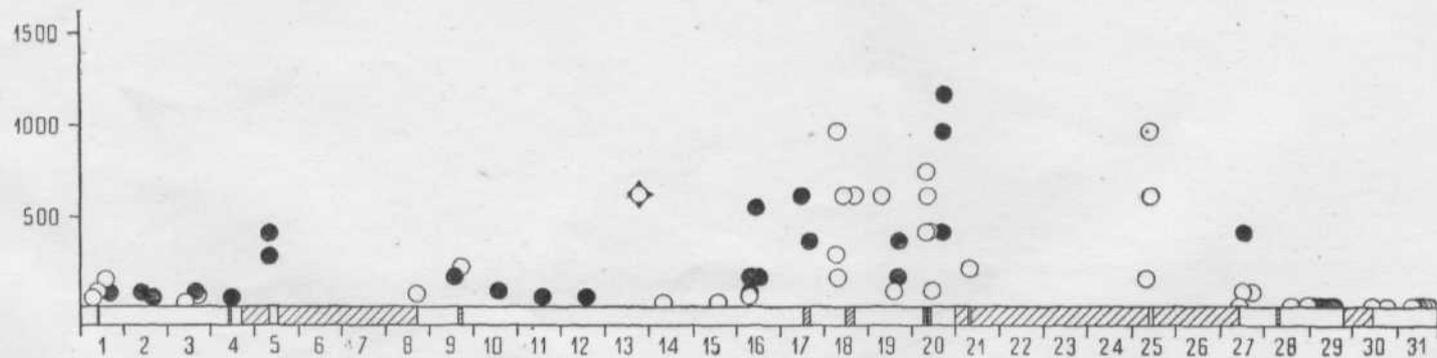
Месяц и число	Продолжи- тельность видимости вершины вулкана	Характер деятельности вулкана	Максималь- ная высота подъема га- зового столба или облака надкратером, в метрах
1	2	3	4
Декабрь			
5	16 ч. 47 м.	Интенсивно парил и клубился. Временами происходили выбросы и небольшие взрывы. Наиболее активно проявил себя с 7 до 14 ч. Интенсивно работали фумаролы, расположенные по краям кратера. Газы и пар белого цвета выделялись беспрерывно. Рыхлые вулканические продукты выделялись во время выбросов и взрывов. Ночью активность вулкана несколько уменьшилась и к концу суток почти затихла . . .	2210
6	14 ч. 40 м.	Спокойно парил. С 15 ч. клубы газов и пара, с вулканическими и рыхлыми продуктами, скатывались по юговосточному склону и затем подымались и рассеивались	390
7	15 ч. 15 м.	Выделял газы и пар	780
8	14 ч. 02 м.	Интенсивно работал, особенно от 10 до 16 ч. Происходили небольшие взрывы, причем, наряду с газообразными продуктами, часто подымались вулканические песок и пыль. Интенсивно работали фумаролы, особенно с восточной стороны. К ночи взрывы прекратились и вулкан только спокойно парил	1170
9	17 ч. 15 м.	Спокойно парил и клубился	195
10 и 11	Закрыт		
12	0 ч. 30 м.	Слабо парил	50
13	3 ч. 35 м.	Энергично действовал. Часто происходили выбросы и взрывы пара и газов, насыщенных вулканическими песком и пылью. Они подымались на большую высоту. Временами работали фумаролы	3120
14	0 ч. 04 м.	Клубился	50
15	Закрыт		
16	2 ч. 05 м.	Виден был только силуэт вулкана	—
17	10 ч. 06 м.	Вулкан был чрезвычайно активен. Частые выбросы и взрывы из центральной и восточной частей к вечеру сменились выбросами из западной части кратера. Выбросы и взрывы сопровождался большим количеством рыхлых вулканических продуктов. Взрывы достигали большой высоты	2925

(Продолжение)

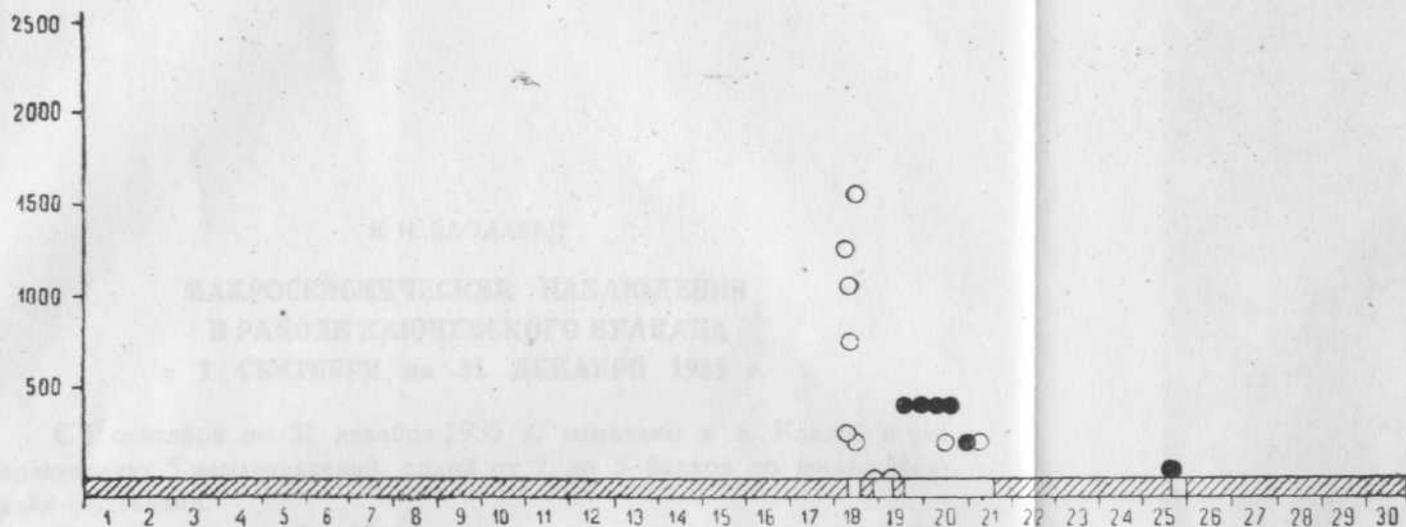
Месяц и число	Продолжи- тельность видимости вершины вулкана	Характер деятельности вулкана	Максималь- ная высота подъема га- зового столба или облака надкратером, в метрах
1	2	3	4
Декабрь 18	11 ч. 42 м.	Спокойно клубился. Утром газообразные продукты скатывались по восточному склону до высоты 3000 м над ур. м. и затем рассеивались. Временами выделялись и рыхлые вулканические продукты	520
19, 20 и 21	Закрит		
23	0 ч. 50 м.	В покое.	
24	1 ч. 11 м.	Клубился. Газы и пар подымались из восточной части кратера. Работали фумаролы .	585
25	0 ч. 4 м.	Перил	50
26	1 ч. 20 м.	Спокойно клубился всем кратером. Газы скатывались по западному склону на 0,5 км и затем рассеивались	50
27, 28 и 29	Закрит		
30	2 ч. 20 м.	Был виден только силуэт вулкана.	
31	1 ч. 10 м.	Был виден только силуэт вулкана.	



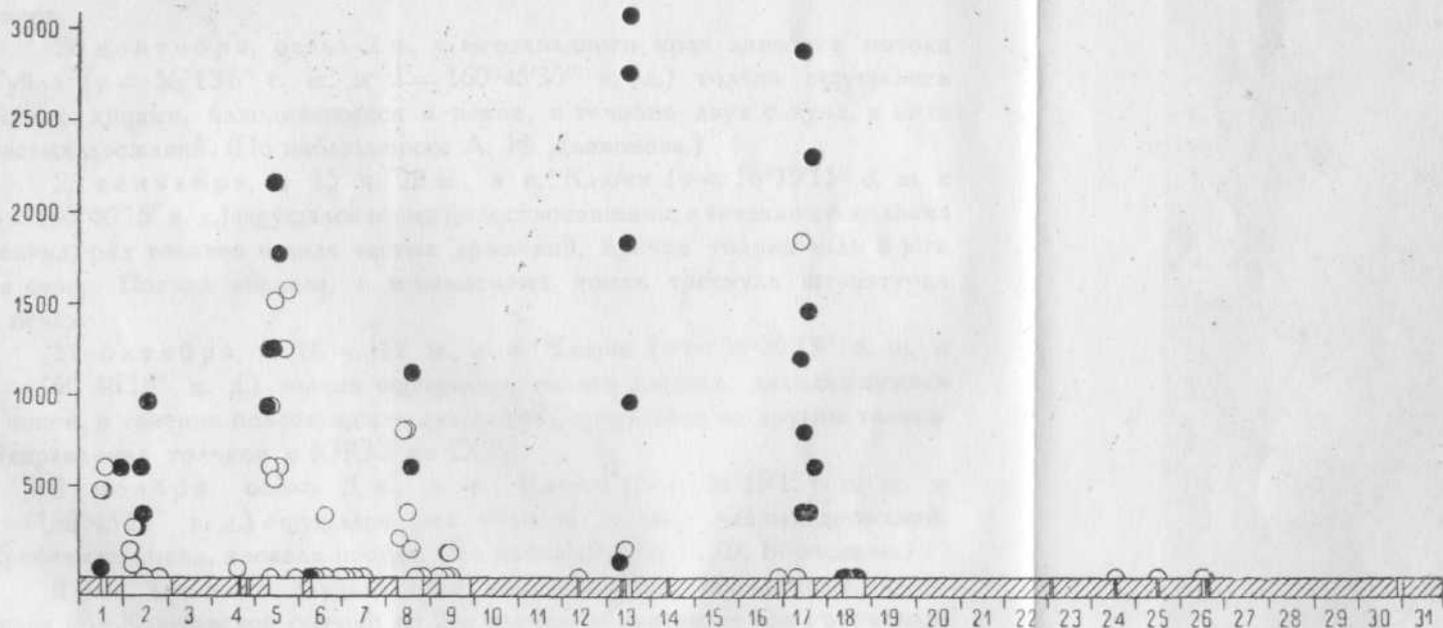
1. Диаграмма деятельности Ключевского вулкана за сентябрь 1935 г.



2. Диаграмма деятельности Ключевского вулкана за октябрь 1935 г.



1. Диаграмма деятельности Ключевского вулкана за ноябрь 1935 г.



2. Диаграмма деятельности Ключевского вулкана за декабрь 1935 г.



В. И. ВЛОДАВЕЦ

**МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ
В РАЙОНЕ КЛЮЧЕВСКОГО ВУЛКАНА
с 1 СЕНТЯБРЯ по 31 ДЕКАБРЯ 1935 г.**

С 1 сентября по 31 декабря 1935 г. отмечено в с. Ключи и его окрестностях 5 землетрясений, силой от 2 до 5 баллов по шкале Меркалли — Канкани.

21 сентября, в 8 ч. 46 м. (время везде показано поясное), на Лавовом носу ($\varphi = 56^{\circ}10'$ с. ш. и $\lambda = 160^{\circ}42'$ в. д.) толчки ощущались только лицами, находившимися в покое, в течение секунды — два толчка снизу вверх.

26 сентября, около 2 ч., у югозападного края лавового потока Туйла ($\varphi = 56^{\circ}13'6''$ с. ш. и $\lambda = 160^{\circ}45'30''$ в. д.) толчки ощущались только лицами, находившимися в покое, в течение двух секунд, в виде частых дрожаний. (По наблюдениям А. И. Дьяконова.)

28 сентября, в 15 ч. 28 м., в с. Ключи ($\varphi = 56^{\circ}19'15''$ с. ш. и $\lambda = 160^{\circ}46'15''$ в. д.) ощущался всеми бодрствовавшими, в течение нескольких секунд, ряд толчков в виде частых дрожаний, причем толчки шли с юга на север. Посуда звенела, и в некоторых домах треснула штукатурка в печах.

11 октября, в 16 ч. 12 м., в с. Ключи ($\varphi = 56^{\circ}19'15''$ с. ш. и $\lambda = 160^{\circ}46'15''$ в. д.) толчки ощущались только лицами, находившимися в покое, в течение полсекунды — два следовавших один за другим толчка. Направление толчков с ЮЮЗ на ССВ.

8 ноября, около 3 ч., в с. Ключи ($\varphi = 56^{\circ}19'15''$ с. ш. и $\lambda = 160^{\circ}45'15''$ в. д.) ощущался ряд толчков в виде частых дрожаний. Дребезжали окна, звенела посуда. (По наблюдениям В. Ф. Борисенко.)

В 1-м, 3-м и 4-м случаях очаг землетрясений, повидимому, находился под Ключевской сопкой; во 2-м случае, вероятно, — под побочными вулканами: Киргурич, Туйла и Биокось; в 5-м случае не было замечено направление толчков, поэтому нельзя высказать какого-либо предположения относительно очага землетрясения.

В. И. ВЛОДАВЕЦ

ПОСЕЩЕНИЕ ВЕРШИНЫ КЛЮЧЕВСКОГО ВУЛКАНА 28 АВГУСТА 1936 г.

В восхождении 28 августа 1936 г. на Ключевской вулкан участвовали сотрудники Вулканонологической станции Академии Наук СССР: геолог В. И. Влодавец, химик И. З. Иванов, геолог В. Ф. Попков и рабочий Н. Ф. Раздобреев.

Подъем начали в 4 ч. 20 м. от домика, построенного нами на склоне Ключевской сопки на высоте 2850 м. Путь шел сначала по леднику с многочисленными трещинами, потом по осыпям на леднике, затем по гряде — по остаткам лавового потока и, наконец, последние 600 м до вершины вулкана, — по гладкому фирновому склону.

При нашем подъеме ветер до высоты 4500 м. дул несколько вкось, а с этой высоты прямо на нас.

Первые запахи „химической лаборатории“ мы почувствовали на высоте 3200 м; более сильно — на высоте 4000 м, а с 4500 м мы все время шли в атмосфере выделяющихся из вулкана газов и пара, смешанных с воздухом и снегом, который начал падать с высоты 4000 м.

Шли, начиная с этой высоты, как в тукане, который периодически менялся в окраске — то светлосерый, то почти коричневый, когда окружающий нас воздух наполнялся выбрасываемыми из кратера вулканическими песком и пылью.

Через 12 ч. поднялись к ВСВ краю кратера.

Из кратера почти все время вырывались с сильным шумом, напоминающим прибой моря во время бури, смешанным с звуками грохота и завывания, пары и газы, а временами и вулканические песок и пыль.

Только несколько раз на мгновения были видны восточный и юго-восточный края кратера, и один раз, в момент завихрения, было видно внутреннее строение почти всего кратера.

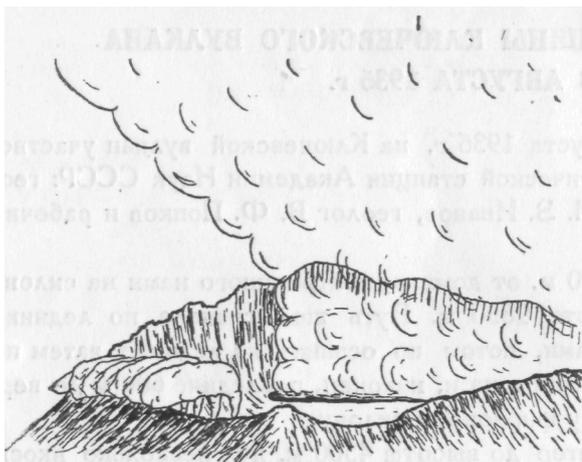
Кратер представляет собою чашеобразное углубление с довольно крутыми, большей частью почти отвесными стенками. Края кратера зазубрены. Южная и северная стенки — более высокие в средней части и понижающиеся к востоку и западу. Значительная выемка — в ВЮВ стенке;

меньшая — в западной стенке. В последней — как бы сквозная трещина, своего рода ущелье, глубиной в несколько метров. Однако ясно различить это ущелье не удалось, так как виден был, сквозь поднимающиеся пар и газы, только силуэт.

Северовосточный край кратера сложен из вулканического песка, сцементированного льдом.

В юговосточной части, близ дна кратера, среди темнокоричневого песка, были видны тонкими зигзагообразными полосками возгоны светло-желтого цвета.

В ВСВ части кратера, у самого края, энергично подымались из ряда фумарол белые струи газов и пара.



Фиг. 1. Кратер Ключевского вулкана.

Близ этого места — довольно крутой спуск, не более 20 м, на дно кратера.

Ясно была видна восточная часть кратера. Западную часть различали сквозь пар и газы.

Дно кратера напоминает овал (с приблизительными размерами, определенными на глаз, 200 x 150 м), северная часть которого — «ровная песчаная площадка, южная часть —

черный провал (жерло). Граница между площадкой и провалом прямая (фиг. 1). Каков провал, его строение — различить нельзя было.

Ключевской вулкан в последние годы переживает эксплозионную стадию деятельности.

Его современный относительный покой прерывается взрывами различной силы, выбрасывающими вместе с паром и газами вулканические рыхлые продукты, иногда на высоту до 4 км.

Во время нашего пребывания на краю кратера, мы почти все время находились в атмосфере пара и газов и периодически осыпались вулканическим песком и пылью, выбрасываемыми из жерла кратера. Однако теплового воздействия их мы не ощущали. Температура воздуха была -9.5° .

На основании этого наблюдения можно сделать следующие предположения: 1) пробка, закупоривающая канал вулкана, — значительной мощности, или 2) она глубоко расположена.

И в том и в другом случаях прорывающиеся сквозь пробку пары и газы успевают при дальнейшем подъеме остыть.



1. Ключевской вулкан 7 мая 1936 г. Вид с северо-востока.



2. Ключевской вулкан. Вид с севера с высоты около 3000 м.

Вулканические песок и пыль, повидимому, — из двух источников. Это — раздробленный напором газов и пара (силой взрыва) материал пробки или это — осыпающиеся со стенок канала и кратера вулканические песок и пыль, ранее выброшенные взрывами.

Когда наблюдались взрывы с выбрасываемым почти черным облаком, высотой от 0.5 до 3 км (по нашим наблюдениям со станции), тогда, повидимому, происходило раздробление пробки; когда же наблюдалось спокойное выделение газов и пара кофейного цвета, которые подымались сравнительно невысоко, то в таких случаях, вероятно, газы и пар выносили вулканические песок и пыль, осыпавшиеся со стенок канала и кратера.

Собранный нами вулканический песок с края кратера, выброшенный во время нашего пребывания, был влажный и имел темносерый цвет с красноватым и коричневатым оттенками. Размеры диаметра зерен этого песка меньше 1 мм.

Под микроскопом можно различить, главным образом, обломки плагиоклаза и стекла. Обломки плагиоклаза, повидимому, в большинстве случаев принадлежат вкрапленникам и сравнительно редко — микролитам, заключенным в стекле. Нижеприводимые показатели преломления были определены иммерсионным методом.

Плагиоклаз вкрапленников, с $N_{gl} = 1.573$ и $N_{pl} = 1.565$, содержит 65% анортитовой молекулы, а микролитов, с $N_{pl} = 1.560$, содержит 55% анортитовой молекулы.

Из цветных минералов: оливин, бесцветный под микроскопом, с $N_{gl} = 1.727$ и $N_{pl} = 1.695$.

Сравнительно редко встречались обломки вкрапленников гиперстена. Ясно наблюдался плеохроизм, по N_g светлозеленый и по N_p розоватый. Его $N_{gl} = 1.707$ и $N_{pl} = 1.689$ были определены иммерсионным методом.

Обломки зеленоватого неплеохроичного пироксена—с $N_{gl} = 1.712$ и $N_{pl} = 1.697$. По показателям преломления он очень близок к пиджониту.

Стекло двух видов — красноватое и светлорубое, причем последнее наблюдается чаще, чем первое.

Показатели преломления их, определенные иммерсионным методом, красноватого $N = 1.570$ и светлорубого $N = 1.565$, т. е. соответствуют показателям преломления базальтового стекла.

Кроме того, в вулканическом песке наблюдались многочисленные зерна рудного минерала и редкие иголки апатита.

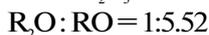
Для анализа был взят вулканический песок в воздушно-сухом состоянии (см. анализ на стр. 24).

Таким образом вулканический песок, выброшенный 28 августа 1936 г., по минералогическому и химическому составам можно отнести к базальту.

Химический анализ Н. Н. Шавровой

	%	Мол. кол.
SiO ₂	53.21	886
TiO ₂	0.31	4
Al ₂ O ₃	17.97	176
Fe ₂ O ₃	4.81	30
FeO	4.65	64
MnO	0.16	2
MgO	4.95	123
CaO	8.38	150
BaO	0.00	—
Na ₂ O	3.26	53
K ₂ O	0.75	8
P ₂ O ₅	0.08	1
Гигр	0.21	—
Пот. при прокал	1.10	
—		
Σ	99.84	

Химическая характеристика по Ф. Ю Левинсон-Лессингу:



$$a = 1.75$$

В заключение кратко скажу о газовом составе, выделявшемся из кратера.

Главной и преобладающей составной частью в газообразных выделениях из кратера Ключевского вулкана является водяной пар.

Как уже упоминалось, при подъеме ветер был мало благоприятен.

Дул почти на нас, а с высоты 4500 м мы шли все время в волнах пара и газа. (Для лучшего уяснения надо принять во внимание, что с 4000 м падал снег и, кроме того, ветер был достаточно сильный. Последние обстоятельства уменьшали концентрацию газов.)

Подъем в такой атмосфере (противогазов с нами не было), пребывание в ней у кратера около часа, а всего (с подъемом и спуском) свыше трех часов, — не вызвал каких-либо особых болезненных явлений. Испытывалось только неприятное ощущение на губах, и уже перед самым спуском — небольшая головная боль (и то не у всех), которая прекратилась вскоре после того, как вышли из этой атмосферы.

Конечно, снег и ветер уменьшали концентрацию газов, но если бы в составе их не преобладали в значительной степени пары воды, то вряд ли мы смогли бы пробить в этой атмосфере около 3 ч.

На краю кратера были взяты 4 ампулы газа. Их уложили в рюкзак, который лежал близ края кратера. Сильный выброс из кратера толкнул рюкзак, и он покатился вниз по северному склону.

По запаху можно было различить присутствие хлористого водорода, сернистого газа и временами, в очень незначительном количестве, сероводорода.

Наличие этих газов подтвердилось косвенным путем. Как уже упоминалось, вулканический песок был влажен, поэтому были взяты две навески влажного песка и промыты дистиллированной водой. В промывных водах были определены Н. Н. Шавровой: в одной — хлор, в другой — серные соединения в виде серного ангидрида.

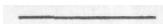
Получились следующие результаты:

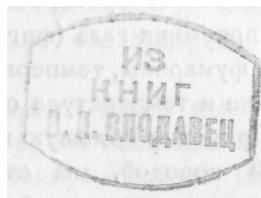
Cl	— 0.09 %	на навеску	в 5.8071 г
SO ₃	— 0.43	„	в 5.3809 „

Таким образом хлористо-водородная и сернистая кислоты вместе со льдом образуют своеобразный цемент, скрепляющий на краю кратера вулканический песок и пыль.

В отношении определения высоты Ключевской вершины нами получены следующие данные: 28 августа в 16 ч. 20 м. температура воздуха равна — 9.5, температура анероида равна — 3.5, Н = 416.5 мм. Высота без поправок (по анероиду) — 4840 м. Высота с поправками, по вычислениям В. Д. Троицкого, — 4810 м.

Спуск начали в 17 ч. и как поднялись, так и спустились благополучно.





И. З. ИВАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ ПОБОЧНЫХ ВУЛКАНОВ КЛЮЧЕВСКОЙ СОПКИ

(Предварительный отчет)

Настоящим исследованием были охвачены три побочных вулкана Ключевской сопки, образовавшиеся в 1932 г. и названные В. С. Кулаковым „Киргурич“, „Туйла“ и „Биокось“. Вулканы расположены в 16 км к югу от с. Ключи, на северо-восток от Ключевской сопки.

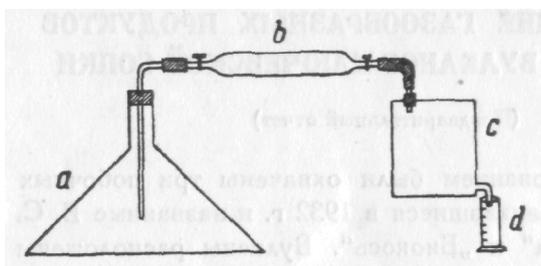
Нами была предпринята попытка подойти к определению состава газовых смесей отдельных фумарол с количественной стороны, а также, по возможности, охарактеризовать возгоны. При выборе методики анализа газов, мы вынуждены были, применительно к данным условиям, исходить из наиболее простых схем аппаратуры и приборов, конечно не в ущерб точности анализа. Наиболее подробно описаны разнообразные методы газового анализа в книге А. Деннис и М. Никольс — „Газовый анализ“, в книге В. Соколова — „Методы исследования природных газов“ и, применительно к вулканическим газам, в статье Шеперда.

В основном, при разработке методики анализа, я руководствовался указанной статьей Шеперда. В результате выработанных условий анализ всей смеси газов производился двумя способами: кислая часть газов, HCl , CO_2 , H_2S и т. д., поглощалась раствором едкого калия, и в растворе определялись титрованием соответствующими реактивами поглощенные газы; остаток определялся по методу Гемпеля и сожжением; вода определялась весовым способом, поглощением серной кислотой и CaCl_2 . Не вдаваясь в подробности постепенного изменения в способах взятия проб газов и методов анализа, остановлюсь более детально на описании условий, в которых производились приведенные ниже анализы газов.

Отбор газовых проб производился следующим образом: большая железная воронка (диаметр воронки 50 см и высота 45 см) ставилась в предварительно вырытое углубление в фумароле и засыпалось почти доверху (до цилиндрической трубки воронки) рыхлой породой. Воронка

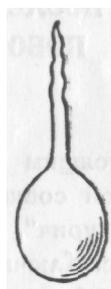
посредством стеклянной и каучуковой трубок соединялась с приемником для газа, а последний, в свою очередь, был соединен с аспиратором, роль которого выполнял жестяной бидон с двумя отверстиями. По количеству вытекшей из аспиратора воды можно было судить об объеме прошедшего через приемник газа (фиг. 1). Перед отбором пробы измерялась температура фумаролы, температура газа у выхода из воронки, барометрическое давление и температура окружающего воздуха.

Применив большую воронку, зарываемую и обсыпаемую окружающей рыхлой породой, мы стремились достигнуть наименьшего попадания наружного воздуха в отбираемую пробу. Газ, собранный в газовую трубку, обычно анализировался на содержание нейтральных составных частей



Фиг. 1.

a — воронка; *b* — газовая трубка, емкостью 250—300 см³ с 2 шлифованными кранами; *c* — аспиратор; *d* — мерный цилиндр.



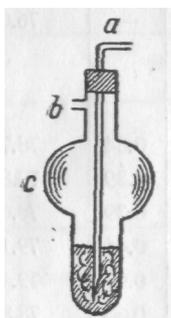
Фиг. 2.

по методу Гемпеля. В некоторых случаях газ непосредственно засасывался через воронку в эвакуированный литровый баллон, который после этого запаивался. Стеклянный баллон, с оттянутой в капилляр трубкой, эвакуировался до 0.2—0.1 мм масляным насосом и запаивался. При отборе пробы, капиллярная трубка баллона надрезалась и затем соединялась с воронкой посредством толстостенной каучуковой трубки. При обламывании капилляра, газ заполнял баллон, после чего он снова запаивался (фиг. 2). Указанным способом брались пробы для определения общей смеси газов и паров воды. Для улавливания кислых газов, вместо газовой трубки *b*, (фиг. 1), к воронке присоединялась поглотительная трубка с раствором КОН (фиг. 3), через которую медленно просасывался газ в количестве 15—20 л.

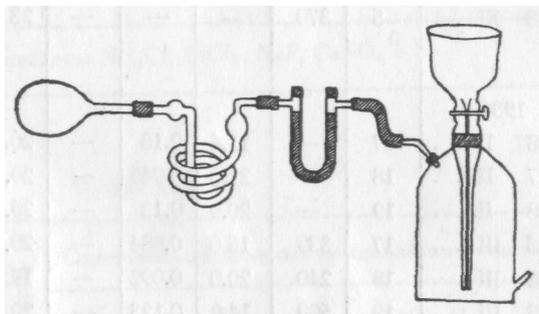
В трубку *c*, имеющую выходное отверстие *b*, вставлен, посредством каучуковой пробки, капилляр *a*, который при отборе пробы соединяется с воронкой. Аспиратор присоединяется каучуковой трубкой *b*. Для более полного поглощения, трубка с частично заполнена кусочками стекла. После пропускания через раствор КОН большого объема газа, трубки *a* и *b* закрывались каучуковыми трубками со вставленными в них стеклянными палочками, и пробы пересылались в лабораторию. Способ поглощения кислых газов едким калием был проверен на искусственных смесях и дал положительный результат. Предварительно перед отбором проб газ каче-

ственно исследовался на содержание тех или иных компонентов в смеси, для чего большой объем газа, 10—15 л, пропускался через трубку, указанную на фиг. 3, содержащую соответствующий поглотитель. Обычно таким образом производились испытания на содержание в газообразных выделениях фумарол хлористого водорода, сероводорода, углекислоты и др.

Определение паров воды в газе производилось путем поглощения крепкой серной кислотой. Для указанной цели проба газа, взятая в эвакуированный баллон, просасывалась через взвешенную трубочку (змейку) с серной кислотой, и затем змейка снова взвешивалась. Ход определения состоял в следующем: баллон с пробой газа соединялся при помощи



Фиг. 3.



Фиг. 4.

толстостенной каучуковой трубки с змейкой, содержавшей H_2SO_4 . Далее к змейке присоединялась U-образная трубка с $CaCl_2$, а последняя была соединена с газометром (фиг. 4). Нагреванием баллона пары воды перегонялись в трубку с серной кислотой, где и поглощались; газовая смесь собиралась в газометре.

Для определения нейтральных газов, газовая смесь переводилась из газовой трубки (фиг. 1, *b*) в бюретку Гемпеля, наполненную ртутью. Переведенный в бюретку над ртутью газ пропускался сначала в пипетку Гемпеля с раствором КОН для удаления кислой части газа, а затем последовательно в пипетки с бромной водой для поглощения углеводородов, с щелочным раствором пирогаллола для поглощения кислорода и с аммиачным раствором полухлористой меди для поглощения окиси углерода.

Водород определялся сжиганием над окисью меди при 250—270° по способу Jaeger'a. Остаточный газ принимался за азот.

Кроме газов, непосредственно собранных из фумарол, исследованы возгоны, оседавшие на поверхности вулканических пород вблизи фумарол. Ниже приводятся анализы газов и возгонов в отдельности по каждому кратеру (содержание воды всюду дано в миллиграммах на 1 л газа; содержание газов выражено в объемных процентах и приведено к нормальным условиям).

Вулкан Туйла

№№ по порядку	Дата взятия пробы	№№ фумаролов	Температ. фумарол	Содержание отдельных компонентов в газовой смеси						
				H ₂ O	HCl	CO ₂	O ₂	CO	H ₂	N ₂ и др.
1935 г.										
1	16 XI ..	1	145°	—	—	—	18.60	—	—	81.40
2	16 XI ..	2	75	25.0	—	—	19.20	—	0.75	80.05
3	16 XI ..	3	190	14.0	0.74	—	19.87	—	0.75	79.31
4	18 XI ..	4	325	21.5	0.61	0.29	19.36	2.28	0.93	76.53
5	18 XI ..	5	370	—	—	—	23.98	—	—	76.02
1936 г.										
6	28 II ..	17	—	11.4	0.18	—	20.89	0.19	0.04	78.70
7	27 II ..	18	—	21.0	0.046	—	20.19	0.52	0.39	78.85
8	28 II ..	19	—	20.0	0.13	—	20.87	—	0.39	78.61
9	23 III ..	17	330	16.0	0.084	—	20.15	0.15	0.44	79.18
10	23 III ..	18	240	20.0	0.092	—	19.45	0.37	0.67	79.42
11	23 III ..	19	500	14.0	0.123	—	20.44	—	0.60	78.84
12	18 IV ..	17	390	24.0	0.134	—	20.69	0.20	0.15	78.83
13	18 IV ..	18	332	20.0	0.087	—	19.75	0.32	0.37	79.47
14	18 IV ..	19	470	17.0	0.026	—	20.53	—	0.35	79.09
15	11 IV ..	17	420	20.0	0.010	—	20.40	0.25	0.12	79.22
16	11 IV ..	18	335	21.0	0.007	—	20.01	0.34	0.62	79.02
17	11 IV ..	19	500	12.0	0.025	—	20.10	—	0.50	79.37
18	12 VIII .	17	375	—	0.006	—	20.31	0.22	0.10	79.36
19	12 VIII .	18	205	—	0.009	—	19.91	0.32	0.38	79.38
20	12 VIII .	19	425	—	0.009	—	19.38	—	0.42	80.19
21	17 VIII .	18	330	11.0	0.003	—	20.25	0.34	0.44	78.97

ВОЗГОНЫ, собранные у перечисленных в табл. 1 фумарол, представляют собой по данным анализа хлориды аммония, натрия, железа, алюминия и др. Другие фумаролы вулкана Туйлы содержат, повидимому, в газообразных выделениях HF, CO₂, SO₃, SO₂, H₂S и другие газы, так как в сублиматах этих фумарол найдены CuCl₂·2H₂O, Na₂SiF₆, CaCO₃, CaSO₄ и S.

Суммируя приведенные данные анализов газообразных выделений фумарол, получаем состав газа:

Для Туйлы: H₂O — от 11 до 25 мг в 1 л; HCl — от 0.03 до 0.74%; CO₂ — 0.29%; O₂ — от 18.6 до 23.98%; CO — от 0.15 до 2.28%; H₂ — от 0.1 до 0.93% и N₂ — от 76.02 до 81.40%.

Таблица 2

Вулкан Киргурич

№№ по порядку	Дата взятия пробы	№№ фумарол	Температура фумарол	Содержание отдельных компонентов в газовой смеси						
				H ₂ O	HCl	CO ₂	O ₂	CO	H ₂	N ₂ и др.
	1936 г.									
1	11 VIII . .	1	210°	28	0.002	—	19.08		2.19	77.02
2	11 VIII . .	2	375	17	0.002	—	19.21	0.07	1.06	79.66
3	18 VIII . .	1	215	23			19.35		1.72	78.93
В возгонах найдены NH ₄ Cl, FeCl ₃ , NaF, CaSO ₄ и S.										

Таблица 3

Вулкан Биокось

№№ по порядку	Дата взятия пробы	№№ фумарол	Температура фумарол	Содержание отдельных компонентов в газовой смеси						
				H ₂ O	HCl	CO ₂	O ₂	CO	H ₂	N ₂ и др.
	1935 г.									
1	18 XI . .	6	400°	16.0	0.70	—	21.66	0.66	—	77.61
	1936 г.									
2	18 VIII . .	1	135	17.4	—	—	20.01	0.12	0.75	79.12
3	18 VIII . .	2	250	19.0	..		19.75	0.60	1.23	78.42
В возгонах, кроме хлоридов аммония, натрия и меди, найден NaF.										

Для Киргурича: H₂O — от 17 до 28 мг на литр; HCl — 0.0021%; O₂ — от 19.08 до 19.35%; CO — 0.07%; H₂ — от 1.72 до 2.19%; N₂ — от 77.02 до 79.66%.

Для Биокоси: H₂O — от 7.40 до 16 мг; HCl — 0.7%; O₂ — от 19.75 до 21.66%; CO — от 0.12 до 0.66%; H₂ — от 0.75 до 1.23%; N₂ — от 77.61 до 79.12%.

В возгонах найдены: NH₄Cl, NaCl, FeCl₃, NaF, Na₂SiF₆, CuCl₂·2H₂O, CaCO₃, CaSO₄, AlCl₃, MgCl₂, S.

Сравнивая данные процентного содержания газов в фумаролах отдельных вулканов, можно видеть, что фумаролы вулкана Туйла наиболее интенсивно выделяют хлоритовый водород сравнительно с двумя

остальными вулканами, и в свою очередь на Киргуриче и Биокоси наблюдается более повышенное содержание водорода и меньше кислорода и окиси углерода, чем в газах а Туйлы. Что касается температуры фумарол, то таковая в общем несколько ниже у фумарол Кбргурича

и Биокоси, чем у фумарол Туйлы (см. таблицы анализов).

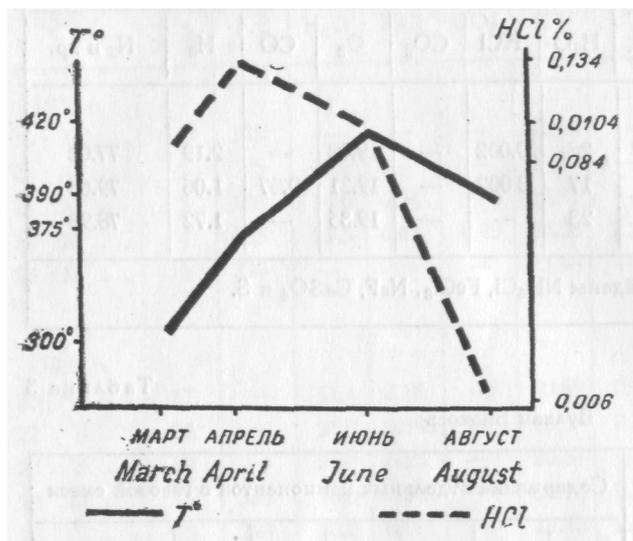
Выделение HCl , по данным анализов, постепенно убывает со временем; температура же фумарол за период времени, в который производились наблюдения, то убывает, то возрастает. Ниже приведены кривые изменения температуры и выделения HCl в фумаролах №№ 17, 18 и 19 кратера Туйла.

Кривые фиг. 5 показывают, что наиболее высокая температура приходится на июнь, а максимальное выделение HCl наблюдается в апреле при средней температуре 390° .

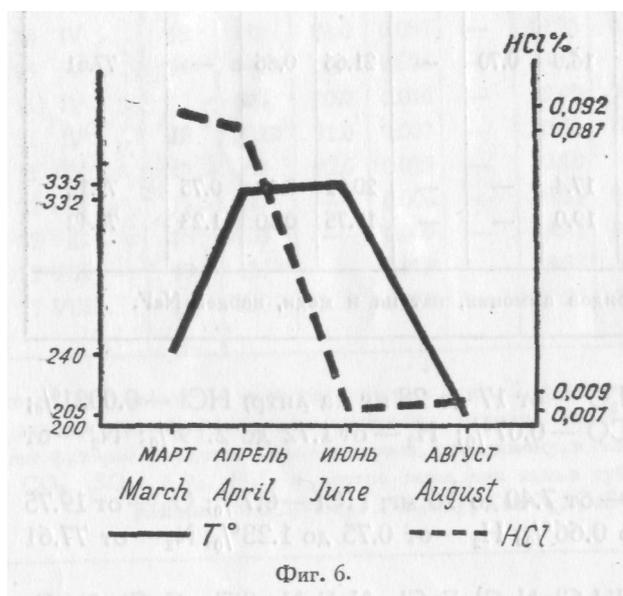
Кривая температуры фиг. 6 сначала повышается, а затем резко падает, максимум повышения также приходится на июнь. То же имеем и для кривой, показывающей содержание HCl в фумароле, наиболее интенсивное выделение в марте, апреле и резкое падение концентрации HCl в июне и августе.

Таким образом во всех трех фумаролах за время

с марта по август максимальная температура наблюдается в июне, количество же HCl все время убывает. Если сравнивать температуру фумарол и количество выделяющейся HCl , то здесь отчетливой линейной зависимости не наблюдается.



Фиг. 5.

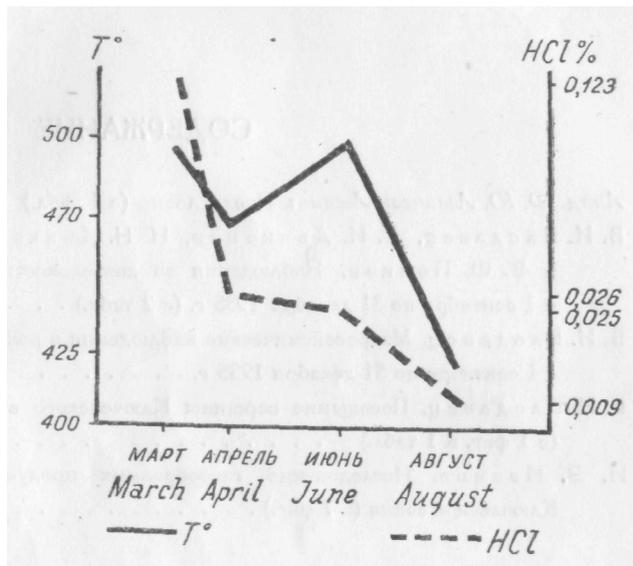


Фиг. 6.

ВУЛКАН КЛЮЧЕВСКАЯ СОПКА

При подъеме 28 августа 1936 г., совместно с геологами В. И. Владанцем и В. Ф. Попковым, на Ключевской вулкан мною были взяты четыре пробы газа из кратера вулкана в литровые эвакуированные баллоны. Баллоны были упакованы в рюкзак и лежали на краю кратера. При сильном взрыве, вследствие создавшегося движения воздуха, рюкзак покатился вниз и пропал вместе с пробами газа. Качественно в газообразных выделениях Ключевского вулкана обнаружены хлористый водород и сероводород.

При подъеме 2-й группы 30 августа 1936 г. А. А. Меняйловым были взяты с края кратера вулкана две пробы газа в эвакуированные ампулы на 100 см³.



Фиг. 7.

Анализ газа дал содержание кислорода 21.26%, водорода — 0.45% и азота — 78.29%, других газов найдено не было.



Подытоживая полученные данные, необходимо прийти к заключению, что в газообразных выделениях исследованных fumarol побочных вулканов, наряду с водяными парами, содержатся преимущественно соляная кислота и хлористый аммоний, другие газы и пары находятся в подчиненном положении. Необходимо также констатировать наличие в fumarолах значительного количества воздуха.

Химическая лаборатория
Вулканологической станции
Академии Наук СССР
с. Ключи на Камчатке

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<i>Акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг.</i> Предисловие (с 1 табл.)	3
В. И. Влодавец, А. И. Дьяконов, Н. Н. Дьяконова, И. З. Иванов и В. Ф. Попков. Наблюдения за деятельностью Ключевского вулкана с 1 сентября по 31 декабря 1935 г. (с 2 табл.)	7
В. И. Влодавец. Макросейсмические наблюдения в районе Ключевского вулкана с 1 сентября по 31 декабря 1935 г.	17
В. И. Влодавец. Посещение вершины Ключевского вулкана 28 августа 1936 г. (с 1 фиг. и 1 табл.)	19
И. З. Иванов. Исследование газообразных продуктов побочных вулканов Ключевской сопки (с 7 фиг.)	27

