

Е. К. МАРХИНИН, О. М. АЛЫПОВА, И. Б. НИКИТИНА,

В. Б. ПУГАЧ, П. И. ТОКАРЕВ

ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ВУЛКАНОВ КЛЮЧЕВСКОЙ ГРУППЫ И ВУЛКАНА ШЕВЕЛУЧ В 1960 г.

ВВЕДЕНИЕ

В 1960 г. вулканы Ключевской группы и вулкан Шивелуч находились в состоянии относительного покоя. Наблюдалась редкие и очень слабые выбросы пепла из главного жерла Ключевского вулкана, а в конце года, в течение некоторого времени, по ночам — слабое зарево над кратером. В это же время отмечалось слабое вулканическое дрожание. Ряд молодых побочных кратеров находился в состоянии затухающей фумарольной деятельности.

Вулкан Безымянный проявлял очень большую фумарольную активность, перемежающуюся с выбросами газа и небольших количеств пепла и агломератового материала. Рост экструзивного купола в его кратере прекратился. На агломератовом потоке вулкана Безымянного продолжали действовать затухающие фумаролы.

Постоянная фумарольная деятельность вулкана Плоский Толбачик иногда усиливалась, и были отмечены выбросы пара и пепла на высоту 1,5—2 км.

Вулкан Шивелуч проявлял обычную для последних лет сольфатарную деятельность.

За вулканами Шивелуч и Ключевской в течение года велись регулярные визуальные наблюдения из пос. Ключи, за вулканами Безымянный и Плоский Толбачик — с сейсмических станций Апахончич и Козыревскя с мест летних полевых работ. Изучением сейсмической активности вулканов с начала года занимались станции, расположенные в пос. Ключи и Козыревск, а с августа и станция Апахончич. Сейсмические наблюдения проводились под руководством П. И. Токарева и О. М. Альтовой. Газовый состав и температурный режим фумарол изучала И. Б. Никитина.

В районе кратера вулкана Безымянного, на ряде побочных кратеров Ключевского вулкана, в районе ниже сопки Средней и в отдельных местах на вулкане Шивелуч В. Б. Пугач провел магнитометрические исследования. Он же обработал материал по гравиметрическим наблюдениям на вулкане Шивелуч в 1958 г.

Общее руководство работами осуществлял Е. К. Мархинин.

1. КЛЮЧЕВСКАЯ СОПКА

1. Визуальные наблюдения за состоянием вулкана

Из 366 дней наблюдений вулкан был открыт 137 дней. В течение 61 дня над всей площадью кратера наблюдалось парение, причем в те-

чение 33 дней оно было очень слабым, 15 дней — слабым, 5 — умеренным, 8 дней — сильным, 16 дней парения замечено не было. В течение 60 дней парение наблюдалось только над восточной частью кратера, причем 38 дней — слабое и 22 дня — сильное. Основные фумаролы главного кратера Ключевского вулкана, как уже отмечалось ранее, находятся в его восточной части. Особенно сильная фумарольная деятельность главного кратера отмечена 27/1, 20/V, 4/X, 11/XI, 25/XI, 7/XII, 9/XII, 30/XII. В течение ноября-декабря в ясные ночи над кратером можно было иногда заметить слабое красное зарево и снопы искр. Особенно хорошо его было видно с сейсмической станции Апахончич. Зарево не было постоянным, а периодически возникало через 15—20 мин. и держалось в течение долей минуты. По наблюдавшемуся изредка в этот же период почернению верхней части конуса изредка можно судить о происходивших временами небольших выбросах пепла.

2. Газовый состав и температурный режим фумарол побочных кратеров

Фумаролы побочных кратеров Ключевского вулкана на протяжении года оставались стабильными как по составу газа, так и по температурному режиму. По сравнению с прошлым годом существенных изменений также не было, но в общем наблюдается тенденция ослабления фумарольной деятельности побочных кратеров. Деятельность фумарол в кратерах Вернадского, Крыжановского и Белянкина совершенно прекратилась. В настоящее время температура почти всех фумарол держится в пределах 70—95°. Фумаролы эти представляют собой едва заметные выходы паров воды и воздуха. Прогретые около них участки грунта обрастают лишайниками и мхом.

Для выявления суточных вариаций температуры фумаролы в кратере Левинсон-Лессинга был установлен термограф с термосопротивлением (конструкции Полянского). Он автоматически записывал температуру через каждые 3 часа. По этим измерениям в течение трех суток колебания температуры составили всего только 2—3°.

Иной температурный режим имеет часть «фумарол», расположенная близ гребня кратера Белянкина. Здесь обычно температуры 250—300°. Эти высокие температуры связаны, по-видимому, с окислением шлаков конуса. В сухое время года эти «фумаролы» проявляют себя только высокими температурами.

Конденсаты паров всех фумарол очень слабо минерализованы. Общая минерализация составляет обычно 20—30 мг/л, рН = 4,5—5. Исключение составляют конденсаты высокотемпературных «фумарол» кратера Былинкиной, имеющие рН ~ 1. В анионной части в конденсатах содержится SO_4^{2-} 10—12; HCO_3^- до 60, Cl^- 1—5 мг/л, в катионной — Na, Ca, Mg. Возгоны (сульфаты и хлориды железа) встречены только в кратере Былинкиной.

Несмотря на малую минерализацию конденсатов низкотемпературных фумарол побочных кратеров, в сухих остатках спектральным анализом, помимо порообразующих элементов, обнаружены Sb, Mo, V, Si, Ag, Zn, Co, Ni, Zr, Cr (аналитик А. М. Сапожникова).

3. Сейсмическая активность

Точных данных о нахождении эпицентров землетрясений в районе Ключевского вулкана не имеется. Большинство землетрясений с разностью фаз ($S - P$) от 3 до 5 сек., которые ранее обычно принимались за

землетрясения в районе Ключевской группы вулканов, как показал кратковременный опыт одновременной работы трех станций (Ключи, Апахончич, Козыревск), происходят в районе хребта Кумроч. Для нескольких землетрясений с $S-P$ 3—5 сек., отмеченных только станцией Ключи, эпицентры не определяются даже ориентировочно.

В октябре-декабре на всех трех станциях сети наблюдались слабые, почти непрерывные колебания, которые условно отнесены к вулканическому дрожанию Ключевской сопки.

Первые слабое дрожание было отмечено на станции Апахончич. Точное время его начала установить трудно, так как первые слабые признаки появились, по-видимому, на фоне очень слабых ветровых помех ($T \sim 0,8$ сек.) и одновременно с роением тектонических землетрясений, последовавших за землетрясением 13 октября 1960 г., которое произошло в 14 час. 52 мин. и эпицентр которого лежал в Тихом океане у мыса Кроноцкого.

Поверхностные волны очень слабых последующих толчков этого землетрясения по виду трудно отличить от слабых групп правильных колебаний, принятых нами за вулканическое дрожание. Вероятно, временем начала дрожания на станции Апахончич можно считать 13 октября. Амплитуда первых групп колебаний не превышала $0,07 \mu$ при периоде около $0,7$ сек. В течение 14 октября вместе с продолжающимися тектоническими землетрясениями отмечаются и группы слабых колебаний дрожания. 15 октября явно выраженные тектонические землетрясения прекратились. Слабые группы правильных колебаний с максимальной амплитудой до $0,2 \mu$ продолжались.

22 октября колебания на станции Апахончич на всех составляющих стали почти непрерывными; на фоне их отчетливо выделяются группы максимальных амплитуд $A_{max} \sim 0,23 \mu$, $T_{max} = 0,7$ сек. Амплитуда колебаний больше на составляющей B 3. До конца октября дрожание продолжалось без каких-либо изменений в его характере. Максимальные амплитуды в различные дни колеблются в пределах $0,26-0,46 \mu$, период равен $0,65-0,7$ сек. С 16 декабря до конца года на станции Апахончич наблюдается почти непрерывное дрожание. Какой-либо закономерности в ослаблении или усилении дрожания не отмечено.

В течение всего времени дрожание имеет отчетливый характер поверхностных волн, возбуждаемых импульсным источником. Группы поверхностных волн идут почти непрерывно, создавая фон непрерывного дрожания. Когда амплитуды дрожания уменьшаются, четко выделяются отдельные группы дрожания. В отдельные дни, наряду с уменьшением амплитуд колебаний, заметно увеличиваются интервалы времени между отдельными импульсами.

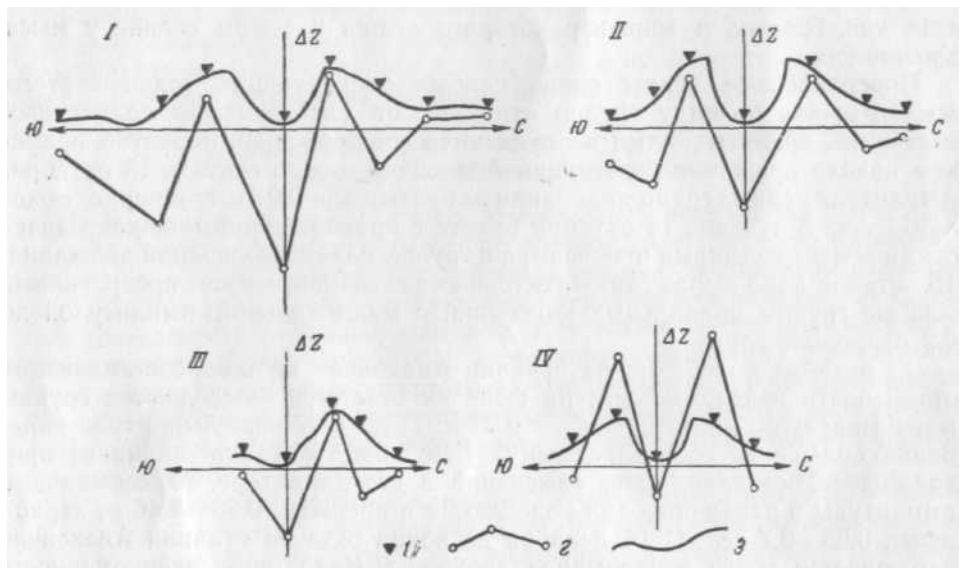
На станции Ключи первые признаки дрожания стали заметны 23 октября около 4 час. ($A < 0,1 \mu$, $T \sim 0,7$ сек.). К 6 ноября амплитуда дрожания увеличилась до $0,1 \mu$. До конца ноября дрожание продолжается в виде групп правильных колебаний с амплитудой $0,1-0,15 \mu$, $T \sim 0,7$ сек. В отдельные дни происходит то усиление, то ослабление дрожания. При меньших амплитудах дрожание становится прерывистым. В течение всего декабря дрожание продолжается с амплитудой $0,15-0,2 \mu$, $T \sim 0,7$ сек.

На станции Козыревск очень слабые признаки дрожания появились 13—14 ноября ($A < 0,1 \mu$, $T \sim 0,6-0,7$ сек.). До конца декабря дрожание продолжалось с переменной амплитудой до $0,15 \mu$, $T \sim 0,6-0,7$ сек. Не располагая в настоящее время никакими объективными данными для определения места источника дрожания, мы связываем это явление (чисто условно) с общим усилением деятельности Ключевской сопки

на основании двух фактов: соотношения амплитуд колебаний на станциях Апахончич (12 км от вулкана), Ключи (32 км) и Козыревск (43 км) и периодического появления красного зарица над Ключевской сопкой в ноябре-декабре месяце.

4. Магнитометрические исследования

Для уточнения аномалий ΔZ , создаваемых кратерными воронками, были продолжены работы, начатые в 1959 г., и проведена дополнительная съемка Юбилейной группы кратеров, а также кратеров Карпинского, Стеллера, Апахончич, Былинкиной, Белянкина, Билюкай, Лепешка и еще 7 безымянных кратеров в этом же районе и 4 в районе сопки Средней.



Фиг. 1. Графики ΔZ на побочных кратерах Ключевского вулкана.

I — кратер Обручева; *II* — кратер Левинсон-Лессинга; *III* — кратер Билюкай; *IV* — кратер Былинкиной; 1 — точки наблюдений (начало координат в центре воронки); 2 — магнитный профиль; 3 — линия профиля (приблизительная)

В некоторых кратерах (Апахончич) нагромождения лавы в воронках создают побочные эффекты. Часть кратеров почти полностью разрушена (сопка Средняя). Для некоторых из остальных (наиболее сохранивших свою форму и поэтому наиболее типичных по аномалии ΔZ) на фиг. 1 приведены профили ΔZ примерно меридионального направления. Общая картина аномалий ΔZ над кратерами следующая.

Воронки кратеров дают отрицательные аномалии по сравнению с конусами (с гребнями кратеров). Часть воронок отрицательна и по отношению к нормальному полю $Z \sim 48\,700$ γ. Аномалии ΔZ над побочными конусами вызываются, по-видимому, избытком намагниченной массы в виде самих шлаковых конусов. Об этом свидетельствуют поперечные профили ΔZ , по форме близкие к форме шлаковых конусов, а также то обстоятельство, что интенсивность намагничения зависит от размеров шлаковых конусов. Это хорошо видно на примере почти одинаковых по объему и величине конусов Левинсон-Лессинга, Комарова и кратера Крашенинникова.

II. ВУЛКАН БЕЗЫМЯННЫЙ

1. Визуальные наблюдения за состоянием вулкана

Регулярных визуальных наблюдений за состоянием вулкана в 1960 г. не проводилось. Наблюдения проводились эпизодически во время коротких экспедиционных поездок в зимне-весенний период и более или менее постоянно от начала летних полевых работ (июль) до конца года. Наибольшую активность вулкан проявил в середине апреля, когда произошло небольшое извержение пепла (по произведенным подсчетам около 400 000 г) и агломератового материала.

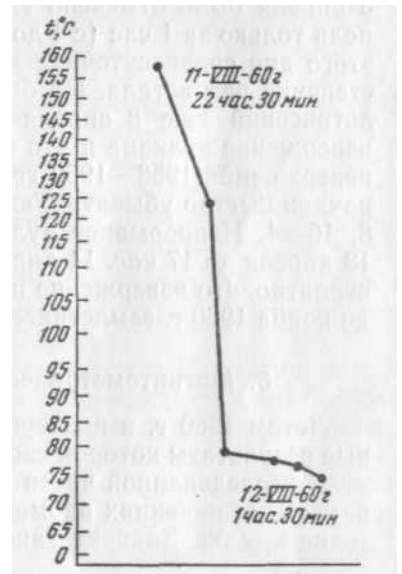
Химический анализ пепла (сборы В. Н. Борисовой, аналитик И. Б. Никитина) следующий: $\text{SiO}_2 = 60,10$; $\text{TiO}_2 = 1,30$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 17,65$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3,13$; $\text{FeO} = 3,56$; $\text{MnO} = 0,18$; $\text{CaO} = 6,80$; $\text{MgO} = 2,88$; $\text{N}_2\text{O} = 3,60$; $\text{K}_2\text{O} = 1,18$; $\text{H}_2\text{O} = 0,08$; сумма = 100,30 (объемн. %).

Существенное усиление активности вулкана и небольшое пепловое извержение наблюдались 4—5 декабря. Утром 5 декабря над кратером вулкана было видно пепловое облако. К полудню размеры пеплового облака увеличились, а затем оно постепенно рассеялось. Интенсивная фумарольная деятельность в кратере, около купола, и в особенности с его западной стороны, отмечается постоянно. Теодолитные наблюдения за ростом купола показали, что в 1960 г. высота его существенно не изменилась.

2. Изучение газового и температурного режима фумарол

В кратере, главным образом у подножья купола, продолжают действовать многочисленные фумаролы. В восточной части кратера максимальные температуры их достигают 180—215°. Как показывает температурная кривая за 1,5 суток, полученная термографом, установленным на фумароле с температурой около 100°, температурный режим у фумарол не является установившимся (фиг.2). Наиболее мощные фумаролы расположены в западной и юго-западной части купола, куда подняться не представлялось возможным из-за сильного камнепада. В составе газовых проб содержится HCl до 0,2, SO_2 до 0,25, обычен углекислый газ — от 0 до 91%. H_2O содержится 10 000—20000 мг/л. Конденсат пара имеет минимальную общую минерализацию 100 мг/л, pH конденсата колеблется от 4,5 в одних точках и до 1—1,5 в других. В анионной части конденсата содержится SO_4 от 77 до 373, Cl от 9,2 до 750, SO_3 от 6,0 до 44,8, HCO_3 до 60 мг/л. Общая кислотность конденсатов в пересчете на HCl до 1400 мг/л. В катионной части — Na , Ca , Mg , Fe^{+2} , Fe^{+3} , Al .

Спектральным анализом в сухих остатках конденсата обнаружено: $\text{Mn} \approx$ до 0,1, $\text{Pb} \approx$ до 0,1, $\text{Ga} \approx$ до 0,003, $\text{Mo} \approx$ до 0,003, $\text{V} \approx$ до 0,0009, $\text{Si} \approx$ до 0,006, $\text{Cr} \approx$ до 0,03, $\text{Ag} \approx$ до 0,009, $\text{Zr} \approx$ до 0,3, $\text{Ti} \approx$ до 0,03, $\text{Co} \approx$ до 0,006, $\text{Ni} \approx$ до 0,06, $\text{Zn} \approx$ до 0,03% (аналитик А. М. Сапожникова).



Фиг. 2. Температурный график для одной из фумарол вулкана Безымянного

3. Фумаролы агломератового потока

Фумарольная деятельность на агломератовом потоке продолжала ослабевать. В верхней части потока фумаролы исчезли. Выходы фумарол сохранились в основном в центральной части потока. Большая часть фумарол имеет температуру, колеблющуюся в пределах 80—95°. Исключением является ряд фумарол левого рукава речки Сухая Хапица, температура которых колеблется в пределах 160—205°, что обусловлено, по-видимому, вторичными окислительными процессами. В течение года температура фумарол заметно не изменялась. В составе фумарол преобладает водяной пар от 2 до 18,4 г/л. Концентрация кислых газов значительно уменьшилась. Содержание HCl и SO₂ составляет тысячные доли объемного процента. Окиси углерода, -водорода и метана в большинстве проб не обнаружено. Содержание CO — от следов до 7 объемных процентов. рН конденсатов пара колеблется в пределах 4,7—5,5—6. Общая их минерализация составляет 60—70 мг/л. В анионной части содержится HCO₃['] 36—73 мг/л и следы SO₄["], в катионной — К, Ма, Са, Mg, Al, Fe. Спектральным анализом в сухих остатках обнаружены Мп, Pb, Ga, Мо, V, Си, Ag, Ni, Zr, Cr, Sr, Ва (аналитик А. М. Сапожникова).

4. Изучение сейсмической активности вулкана

После ряда землетрясений, связанных с пепловым извержением вулкана Безымьянного 29 октября 1959 г., вулкан не проявлял сейсмической активности до 21 марта 1960 г., когда было отмечено первое землетрясение. Постепенно число толчков с очагом под вулканом увеличивалось. 6 апреля было отмечено уже 5 землетрясений, 12—21, а 13—85. 13 апреля только за 1 час (с 4 до 5 час.) было зарегистрировано 13 толчков. До этого дня среднесуточная энергия, выделяемая при землетрясениях, постепенно возрастала. По быстрому нарастанию суммарной энергии землетрясений уже 8 апреля можно было предположить, что произойдет извержение вулкана и что его сила будет больше, чем сила предыдущих извержений (1958—1959 гг.). После 13 апреля число толчков и их сила начали быстро убывать. Так ~ 14 апреля было отмечено 17 толчков, 15—8, 16—4. Непрерывное вулканическое дрожание имело место с 11 час. 13 апреля до 17 час. 14 апреля. Судя по сейсмическим данным, наиболее вероятно, что извержение происходило с 13 на 14 апреля. С конца апреля до конца 1960 г. землетрясений с очагом в районе вулкана не отмечалось.

5. Магнитометрические исследования в кратере вулкана

Летом 1960 г. в кратере вулкана была проведена съемка ΔZ , основные результаты которой сводятся к следующему.

В исследованной части кратера магнитное поле носит спокойный характер. В значениях аномалии нет резких скачков и перемены знаков от точки к точке. Значения аномалии плавно уменьшаются по направлению к куполу.

Принимая за нуль значение нормального поля $Z \approx 48\ 700 \gamma$, получаем аномалию, имеющую, возможно, дипольный характер (фиг.3).

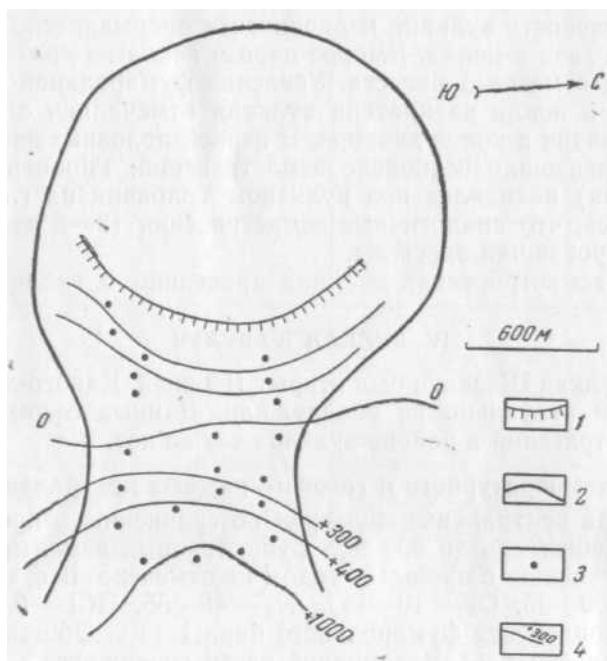
Поскольку съемка ΔZ не завершена, точное определение положения max и min аномалии по результатам работ 1960 г. невозможно. Можно лишь предположить, что расстояние R от нулевой изолинии ΔZ до max приблизительно 3—5 км, а Z_{max} порядка 2000 γ .

Пренебрегая собственным магнитным полем вулканического сооружения, аномалию можно аппроксимировать глубинным источником в

виде шара — диполя. Если предположить, что этот диполь физически соответствует шаровой области, заполненной силикатным расплавом с температурой больше точки Кюри магнетита и находящейся во внешнем однородном поле H_0 , то полю в эпицентральной точке следует приписать

значение $Z_{\text{аном}} = \frac{M_2 - M_1}{2M_2 + M_1} \cdot \frac{2a^3}{R^3} \cdot H_0^*$, где M_2 — магнитная проницаемость

окружающих зону расплава пород, равная $1 + 4\pi\chi$. $M_1 = 1$, магнитная



Фиг. 3. Изолинии AZ в кратере вулкана Безмянный.

1 — купол (внешняя граница); 2 — граница кратера; 3 — точки наблюдений; 4 — изолинии

проницаемость зоны расплава, a — радиус зоны расплава, R — глубина от поверхности Земли до центра зоны расплава, H_0 — напряженность поля Земли в расчетах полагаем равной 0,5 эрстед.

Магнитная восприимчивость χ вулканических пород Камчатки, по нашим определениям, в холодном состоянии ≈ 5000 — 6000 ед. CGSM. Магнитная восприимчивость нагретого материала при температурах ниже точки Кюри, как это установлено рядом исследований, часто бывает приблизительно в 1,5 раза выше. Принимая χ нагретых пород, окружающих зону расплава, равной 10 000 ед. CGSM и подставляя в формулу для $Z_{\text{аном}}$ принятые значения $Z_{\text{аном}}$, M_2 , M_1 , H_0 , находим отношение a/R равным 0,8. При R равном 3—5 км, a равно 2,4—4 км, т. е. при сделанных нами предположениях и допущениях в итоге получаем:

Расстояние от плоскости наблюдения до центра гипотетического магматического очага 3—5 км; до кровли гипотетического очага — 0,6—1 км; диаметр гипотетического очага 5—8 км.

* Формула выведена по аналогии с задачами электростатики. См. Ландау, Л и ф ш и ц. «Электродинамика сплошных сред».

Если принять предположение о том, что дипольная аномалия вызвана магматическим очагом, то приведенные цифры свидетельствуют лишь о порядке рассматриваемых величин.

III. ПЛОСКИЙ ТОЛБАЧИК

Регулярных наблюдений за состоянием вулкана в 1960 г. не велось. Вулкан проявляет постоянную интенсивную фумарольную деятельность, причем высота газового столба достигает обычно 300—500 м. Фумарольная деятельность вулкана периодически прерывается более мощными выбросами газа и пепла. Выброс пара и пепла из кратера на высоту 1,5—2 км был отмечен 5 августа. Усиление фумарольной активности и выбросы газа и пепла из кратера вулкана отмечались с сейсмической станции Апахончич в конце декабря. В первой половине декабря в районе вулкана произошло несколько землетрясений. Гипоцентр одного из них (8 декабря) находился под вулканом Толбачик на глубине 30 км. Предполагается, что аналогичные землетрясения (3—8 декабря и одно 13 декабря) произошли здесь же.

Данные о землетрясениях вулкана приведены в таблице.

IV. ВУЛКАН ШЕВЕЛУЧ

В 1960 г. вулкан Шевелуч был открыт 159 дней. Какого-либо усиления его активности визуально не обнаружили. Данных о нахождении эпицентров землетрясений в районе вулкана также нет.

1. Изучение температурного и газового режима центральных фумарол

Температура центральных фумарол по сравнению с прошлым годом (100—120°) понизилась до 90—92°. Существенных изменений в газовом составе по сравнению с прошлым годом не отмечено. В сухом газе определено: CO — 30—35, O_2 — 10—11,5, N_2 — 48—55, HCl — 0,19—0,49, SO_2 до 5,4%. рН конденсата фумарольного пара 1—1,5. Общая минерализация конденсата 180 мг/л. В анионной части содержится Cl^- — 600—800, SE_4^{2-} — 92 мг/л, в катионной — Na , Ca , Mg , Ag , Fe .

Спектральным анализом в сухом остатке определены: Mn , Pb , Ga , V , Si , Ag , Zn , Ti , Ni , Cr , Sr , Ba . Обращает на себя внимание весьма высокое содержание цинка — 0,5—0,9% (аналитик А. М. Сапожникова).

2. Фумаролы купола Суелич

Температуры фумарол в районе купола Суелич не остаются постоянными. Максимальная их температура повысилась с 240° в 1959 г., до 370° — в 1960 г. В составе газа, отобранного из струи с $t = 170^\circ$, определено: CO_2 — 0,20—0,50; HCl — 0,27; $\text{O}_2 = 20,10$ —20,60; $\text{N}_2 = 79,0$ —79,30; $\text{SO}_2 = 0,05$ —0,09%. Конденсат газа имеет рН = 1—1,5. В конденсате определено содержание: $\text{Cl} = 1670$; $\text{SO}_4 = 290$; $\text{SO}_3 = 40$ мг/л.

3. Фумаролы купола Каран

Температурный режим фумарол в районе купола Каран на протяжении последних лет остается почти постоянным в пределах 85—95°. Состав газа также существенно не меняется. В составе сухого газа определено: $\text{CO}_2 = 92,5$ —97,3; $\text{SO}_2 = 0,04$; $\text{HCl} = 0,10^*$; H_2 не обнаружено; CO не обнаружено; $\text{CH}_4 = 0,2$ —0,4; $\text{O}_2 = 0,5$; $\text{N}_2 = 2,3$ —5,1%. Конденсат пара имеет

* Наличие в газовой смеси HCl и SO_2 объясняется, по-видимому, попаданием в пробу конденсата

Данные о землетрясениях вулкана Плоский Толбачик

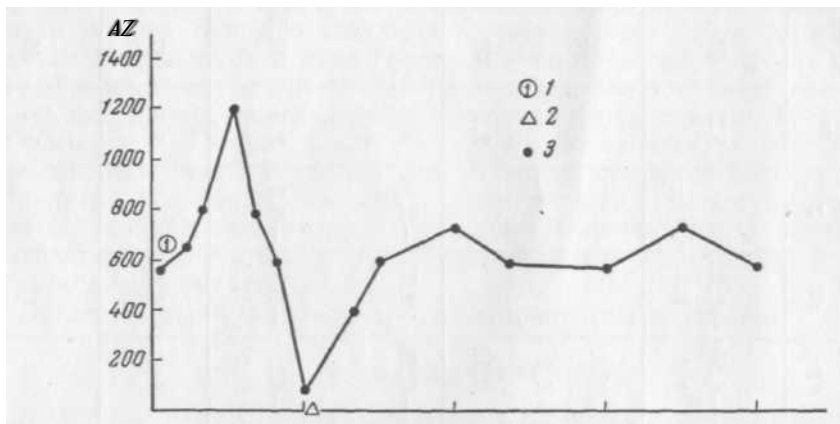
Таблица

Станция	№ сейсмогр.	Число, XII 1960	№ землетр.	Обозн. волны	Тип пр. и сост.	Время, ч. м. с.	T, сек.	A			S-P, мг	Δ, км	Дополнит. сведения и примечания
								NS	EW	Z			
Козыревск	902	8	1	P	X _Z	03 29 37,2	0,5	-1,58	-1,2	5,2	Δ _{тип} 46	В Ключах очень слабые колебания. 0—03 : 28 : 59,9	
				is	X _{EN}	42,4							
				M	X	43,1							
Козыревск	903	8	2	ip	X _Z	11 28 57,3	0,4	1,2	46	5,2	46	0—11 : 28 : 49,8 ± 0,2	
				is	X _N	02,5							
				M	X	02,8							
Ключи	512 II	8		ep	X _Z	11 28 02,7	0,3	0,18	76	9,4			
				is	X _N	1,8							
Козыревск	904	8	3	ip	X _Z	12 39 01,7	0,25	-0,39	+0,39	-2,14	45	A _з = 135° ē = 76 0—12 : 38 : 54,7	
				S	X _N	06,7							
				M	X	44							
Ключи	512	8		ip	K _Z	12 39 07,2	1	-67	-10	-8,3	8,7	73,5	
				is	K _F	15,9							
				M	K	17,3							
Козыревск	904	8	4	ep	X _Z	12 44 21	0,5	1,5	1,1	5,3	47	В ключах очень слабые колебания. 0 : 12 : 44 : 13,7	
				is	X _{NE}	44 26,3							
Козыревск	918	13	5	ip	X _Z	08 07 31,9				5,2	46	0 : 08 : 07 : 24,6	
				is	X _E	07 37,4							
				M	X	07 37,5							

pH 5,5—6,0. В конденсате определено: Cl^- —3,7; $SO_3^{''}$ — 12; $SO_4^{''}$ — 60; HCO_3^- — 49 мг/л. Возгоны представлены сульфатами натрия, калия и алюминия.

4. Некоторые результаты магнитометрических наблюдений

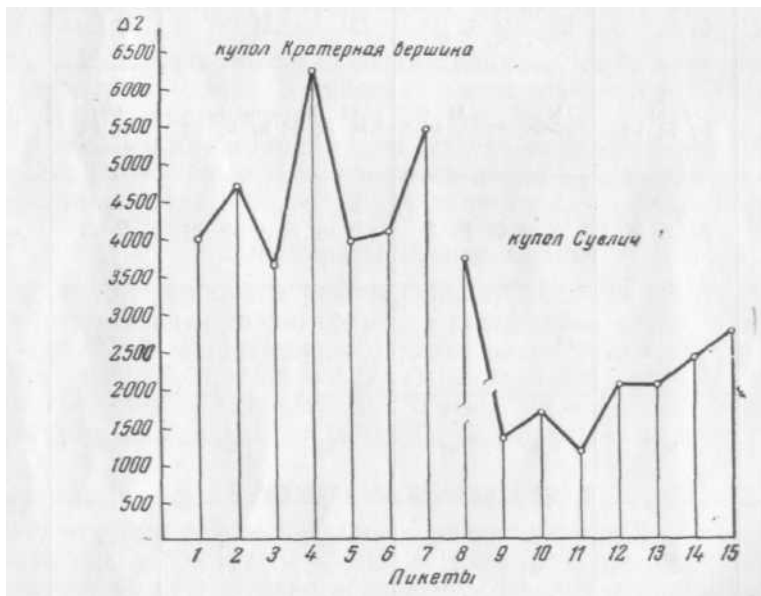
Во время наблюдений в районе горы Арбузик эффективная плотность σ промежуточного (в пределах указанных высот) слоя получена равной:



Фиг. 4. График ΔZ от начала подъема на Центральные fumaroles вниз по склону.

1 — начало подъема на Центральные fumaroles; 2 — г. Арбузик; 3 — точки наблюдений

1,98 г/см³. Считая, что средняя плотность лав 2,5 г/см³, можно указать на значительный процент пирокластики в строении этой части вулкана.



Фиг. 5. Сравнение значений ΔZ для куполов Кратерная вершина и Суелич

Характер пройденного здесь же профиля ΔZ (сравнительно небольшие значения ΔZ и плавный характер кривой) также указывает на отсутствие на линии профиля больших лавовых масс вблизи поверхности

(фиг. 4). Большие положительные поля создают лавы, слагающие куполы кратерной вершины (образования 1897 г.) и Суелич (образования 1948 г.). При этом купол Кратерной вершины намагничен более интенсивно, чем молодой купол Суелич, как это хорошо видно на фиг. 5.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предварительные результаты работ 1960 г. приводят к выводу о том, что помимо обычных наблюдений за состоянием вулкана, температурным и газовым режимом фумарол и т. д., усилия необходимо сконцентрировать на решении трех важных задач.

1. Максимальное улучшение и расширение сейсмических наблюдений, позволяющих уже в настоящее время предсказывать извержения вулкана Безымянного и обещающих в будущем пролить свет на внутреннее строение вулканов Ключевской группы.

2. Расширение и улучшение магнитометрических исследований в районе вулкана Безымянного, особенно его кратера, обещающих дать материал для расшифровки магнитных аномалий, связанных, по-видимому, с внутренним строением этого вулкана, возможно, с его близповерхностным магматическим очагом. Эти исследования, естественно, необходимо будет провести в увязке с геологическими и топографическими работами.

3. Детальное изучение выноса микрокомпонентов сольфаторными парами и газами. Интерес и важность такого исследования заключается в том, что в сухих остатках конденсатов фумарольных паров содержатся сотые и десятые доли процента Pb, Zn, Ag. Естественно, что это исследование необходимо увязать с изучением температурного и газового режима фумарол.

