

УДК 551.21

**ФЕДОТОВ С. А., ИВАНОВ Б. В., ДВИГАЛО В. Н.,  
КИРСАНОВ И. Т., МУРАВЬЕВ Я. Д., ОВСЯННИКОВ А. А.,  
РАЗИНА А. А., СЕЛИВЕРСТОВ Н. И., СТЕПАНОВ В. В.,  
ХРЕНОВ А. П., ЧИРКОВ А. М.**

## **ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВУЛКАНОВ КАМЧАТКИ И КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ В 1984 г.**

Вулканическая деятельность в Курило-Камчатском регионе в 1984 г. была более напряженной, чем в 1983 г. [7]. Наибольшей активностью отличалась Ключевская группа вулканов: происходило терминальное извержение Ключевского вулкана, два извержения было на вулкане Безымянном, отмечались взрывы на куполе вулкана Шивелуч, продолжался разогрев на вершине вулкана Ушковский (Дальняя Плоская). На юге Камчатки в состоянии кратковременных эксплозивных извержений находился вулкан Горелый. Новые интересные данные о подводном вулканизме получены в 21-м и 22-м рейсах НИС «Вулканолог» [7].

Ниже дано описание деятельности вулканов в 1984 г. в порядке их расположения в направлении с севера на юг: вулканы Шивелуч, Ключевской, Ушковский, Безымянный, Жупановский, Карымский, Горелый, Асача; подводные вулканы.

**Вулкан Шивелуч.** Самый северный действующий вулкан Камчатки высотой 3335 м, с площадью основания 1650 км<sup>2</sup>. Возраст вулкана 65 тыс. лет, продуктивность 68·10<sup>6</sup> т/год [16]. Активный кратер находится в юго-западной части постройки на высоте 2700 м. Последнее извержение вулкана произошло 12 ноября 1964 г. и представляло собой гигантский направленный взрыв, в результате которого был уничтожен ранее образовавшийся экструзивный купол роговообманковых андезитов «Суелич», на поверхность было выброшено 1,5 км<sup>3</sup> ювенильного и резургентного материала андезитового состава, а на вершине вулкана образовался новый кратер размером 1,5х3 км. Вулкан находился в стадии слабой фумарольной деятельности до августа 1980 г. С августа 1980 г. в кратере Шивелуча начал расти новый экструзивный купол, достигший за полтора года объема 0,021 км<sup>3</sup> и высоты 180 м. В конце 1981 г. рост купола прекратился [6].

В 1984 г. вулкан находился в стадии слабой и умеренной фумарольной деятельности, прерываемой иногда эксплозиями двух различных генетических типов. К первому относились взрывы гидровулканической природы, при которых на поверхность выбрасывалась обводненная резургентная пирокластика с размером частиц от 0,1 до 0,05 см. Взрывы такого типа происходили всегда в нижней части экструзивного купола или в атрио. На месте взрыва образовывались эксплозивные воронки диаметром 18- 48 и глубиной 5-27 м.

Второй тип эксплозий имел магматическую природу и связан с активизацией вулканического процесса. Такие взрывы отмечались в марте, мае, сентябре 1984 г.

Во время взрыва 20.V. в 20 ч. 57 м. (время местное) и 6.IX. в 18 ч. наблюдалось свечение над куполом. Центр этих взрывов располагался в северной части экструзивного купола, там же постоянно действовали наиболее мощные фумаролы. Образующееся после взрыва эруптивное облако обычно протягивалось в виде узкого

шлейфа длиной до 5-10 км, вдоль которого выпадал светло-серый пепел с размером частиц менее 0,01 см, по составу отвечающий кислым андезитам с содержанием SiO<sub>2</sub> 60-61%.

В течение 1984 г. форма и объем купола не претерпели существенных изменений по сравнению с 1983 г., заметно увеличилось лишь количество парящих площадок в северо-восточной части кратера [7]. Но систематические аэрофотосъемки купола и кратера вулкана Шивелуч указывали на образование новых, относительно небольших, морфологических форм (взрывных и провальных воронок<sup>1</sup>). Ниже дается описание наиболее характерных снимков по материалам дешифрирования четырех аэрофотосъемок (рис. 1 и табл. 1).

Номера взрывных и провальных воронок в тексте, табл. 1 и на рис. 1 идентичны. При съемке 13.11.1984 г. у северного основания купола замечена провальная воронка (№1 на рис. 1) размером в плане 37x14 м и 23x8 м при глубине 20 м. Интенсивная фумарольная деятельность наблюдалась на кромке вершины и склоне купола по линии юг - север. Отмечена новая слабая фумарола на юго-западной кромке купола, где 31.V была обнаружена взрывная воронка №8.

18.11. из г. Ключи наблюдали выпавший пепел в кратере вулкана и узкую пепловую полосу протяженностью около 20 км на юго-восток в сторону с. Камаки.

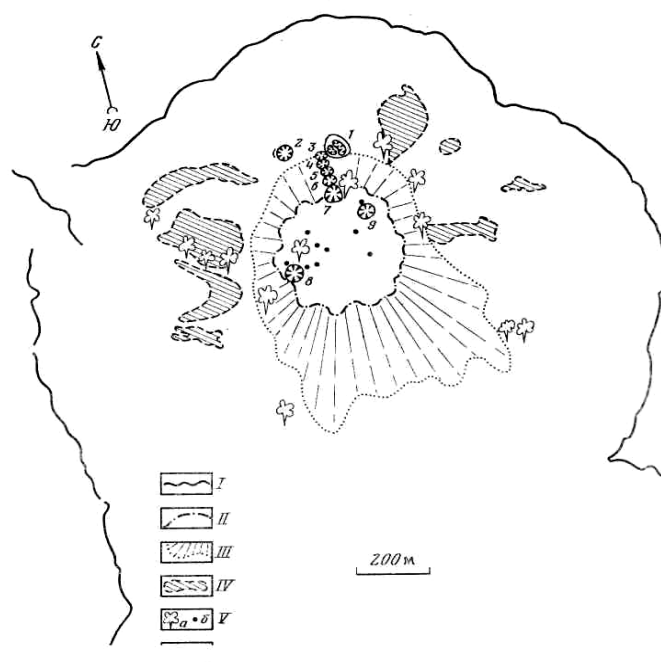
На аэрофотоснимках за 17.IV почти весь купол хорошо просматривался, морфологических изменений не замечено. Примерно половина северной вершины купола была засыпана свежим пеплом. Северные склоны купола были сильно загазованы, вероятно, там скрыты следы мартовской активизации. Обнаружены новые фумаролы в северо-восточной части вершины купола, т. е. там, где 6.IX образовалась последняя взрывная воронка (№ 9).

Следующая аэрофотосъемка была проведена 31.V. Купол был полностью открыт, наблюдалась сильная фумарольная деятельность. На северном склоне купола от основания до вершины просматривалась цепь четко выраженных взрывных воронок (№3-7). В 100 м на северо-запад от нижней воронки этой цепочки отмечена еще одна воронка правильной формы (№ 2), образовавшаяся, вероятно, в конце апреля-мае. В юго-западном секторе вершины купола, в том месте, где 13.11 отмечалась новая фумарола, наблюдалась еще одна крупная взрывная воронка (№8), имеющая четко выраженный бортовой вал.

Аэрофотосъемка 11.IX была проведена после того, как с вулканостанции из г. Ключи сообщили, что 6.IX они наблюдали на Шивелуче эруптивное газопепловое облако. Действительно, на снимках видна еще одна парящая взрывная воронка (№9) глубиной 18 м на месте обнаруженных 17.IV фумарол. Взрыв 6.IX был направлен на юг, так как по снимкам в этом же направлении прослеживаются его отложения и небольшие грязевые потоки протяженностью до 70 м. Аэрофотосъемка 8.XII.1984 г. показала, что воронка № 9 углубилась еще на 10 м по сравнению с сентябрем. 19.IX Б. В. Ивановым было совершено восхождение на купол и его осмотр. Наиболее сильные фумарольные струи наблюдались в западной части купола, на месте его сочленения с восточным склоном кратера. Отмечено также парение всей поверхности восточных склонов молодого (1964 г.) кратера, остатков купола «Суелич» и северной части растущего купола. Следов свежих каменных лавин и изменений в морфологии купола замечено не было. В заключение следует отметить, что по сравнению с 1983 г. эруптивная деятельность экструзивного купола стала более интенсивной и сопровождалась усилением сейсмической активности. Наибольшее количество вулканических землетрясений I-III типов было зарегистрировано радиотелеметрической станцией «Шивелуч» в мае-июне 1984 г. (группы, рои землетрясений  $Ks^{mas} \approx 7,5$ ).

---

<sup>1</sup> Провальные воронки отличаются от взрывных отсутствием бортовых валов, они всегда имеют отвесные внутренние стенки, вокруг них появляются трещины проседания, их форма неправильная.



**Рис. 1.** Схема кратера вулкана Шивелуч, составленная по результатам дешифрирования аэрофотоснимков за 1984 г.: I - граница кратера, образованного катастрофическим взрывом 1964 г.; II - контур «короны» на вершине экструзивного купола, сформировавшегося в 1980-1981 гг.; III - осыпающаяся агломератовая мантия и ее границы у подножия купола; IV - площадка рассредоточенного парения; V - скопление фумарол (а) и одиночные концентрированные выходы (б); VI - провальные и взрывные воронки, образовавшиеся в 1984 г., арабские цифры - номера воронок, соответствующие табл. I

**Вулкан Ключевской** - один из высочайших базальтовых вулканов Евразии (высота 4800 м) - является наиболее активным в Курило-Камчатской зоне. Средний расход магмы составил  $60 \cdot 10^6$  т/год за 10 000 лет [16]. Для вулкана характерны два вида деятельности: латеральные извержения - образование побочных прорывов на склонах конуса и терминальные - извержение вершинного кратера [15]. Латеральные извержения происходят довольно часто (13 за XX в.), терминальные - значительно реже. Для терминальных извержений иногда свойственны особо сильные, или пароксизмальные, стадии, характеризующиеся бурной, напряженной и обычно кратковременной деятельностью из всей полости кратера. Примером такого извержения является извержение Ключевского вулкана в 1944-1945 гг. [15].

Таблица 1

**Размеры воронок в кратер вулкана Шивелуч, образовавшихся в 1984 г.**

№ воронок	Диаметр по верхней кромке			Средняя глубина, м	Объем, м <sup>3</sup>	Время образования
	запад-восток	север-юг	средний			
<b>Провальные</b>						
1	33	37	35	20	3400	До 13.II
2	30	35	32	18	4 900	Между 17.IV и 31.V
<b>Взрывные</b>						
3	26	24	25	6	990	
4	21	15	18	7	580	Между 17. III и 31. V
5	18	21	20	6	600	
6	32	37	34	5	1 600	
7	28	79	54	12	9 200	
8	44	52	48	16	9 800	Между 17.IV и 31.V
9	47	39	43	27	13 000	6. IX

Слабое терминальное извержение Ключевского вулкана происходило в 1977-1980 гг. [17], когда в его кратере были сформированы вначале один шлаковый конус, затем три, вытянутых в юго-восточном направлении. Извержение носило взрывно-эффузивный характер. Лавовый поток несколькими рукавами спускался вниз по склону вулкана. Из шлаковых конусов, которые к концу 1979 г. слились в один большой конус с диаметром основания 400 м и высотой 100 м, происходило фонтанирование лавы на высоту до 500 м и паро-газовые выбросы, изредка нагруженные пеплом. Объем изверженного материала составил 0,015 км<sup>3</sup>.

В 1980 и 1983 гг. на восточном склоне вулкана на высотах 1800 и 2875 м соответственно произошли два латеральных извержения. При этом в вершинном кратере вулкана отмечались редкие взрывы с пеплом и отдельные выбросы бомб на высоту до 200 м. В 1982 г. в кратере понизился уровень магматической колонны, в результате произошло обрушение внутрикратерного конуса.

Последнее побочное извержение (прорыв «Предсказанный») происходило в марте-июне 1983 г. Особенностью его было наличие единого эруптивного центра, образование лавовых потоков внутри лавового поля, отсутствие взрывов, постоянный химический состав лав, объем которых оценивается в 0,15 км<sup>3</sup> по предварительным данным менее 0,13 км<sup>3</sup>. Таковы события, предшествующие 1984 г.

Спустя 9 мес после окончания извержения «Предсказанное», 6.IV 1984 г., началось терминальное взрывно-эффузивное извержение Ключевского вулкана. Оно характеризовалось почти непрерывным выбросом раскаленных бомб и шлака на высоту 300-600 м, в результате чего внутри кратера стал формироваться шлаковый конус.

22 мая по Крестовскому<sup>2</sup> желобу началось излияние глыбового лавового потока, а с середины июня лавовые потоки стали поступать в Козыревский и Апахончичский желоба. При взаимодействии лавы с ледниками возникали грязевые потоки (рис. 2) и происходили мощные фреатические взрывы (рис. 3).

В ходе извержения вершинного кратера было выделено пять этапов (или фаз) (по терминологии В. И. Влодавца [3]): I этап – взрывной (с 6.IV по 21.V); II этап – взрывно-эффузивный (22.V - 26.VII); III этап – взрывно-эффузивный (31.VII - 22.VIII); IV этап – взрывной (29.VIII-30.IX); V этап – взрывно-эффузивный (16.X.1984 г.-28.I.1985 г.).

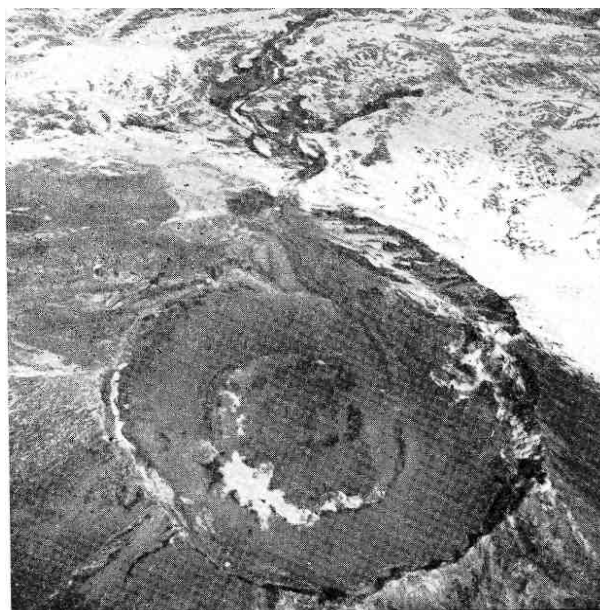
Границей между I и II этапами (фазами) послужило начало излияния лавы на фоне непрерывающейся взрывной деятельности. Все последующие этапы отделялись друг от друга паузами в эруптивной деятельности вулкана длительностью от 4 до 16 сут.

Во время II этапа (30.VI-1.VII) вулканолог В. Н. Андреев с кинооператором Камчатского телевидения В. И. Иванченко совершили восхождение на вершину вулкана. Непосредственно с кромки кратера им удалось визуально оценить суммарный расход лавы по всем трем желобам, составивший около 15 м<sup>3</sup>/с.

В течение III-V этапов извержения происходило разрушение взрывами и растаскивание верхней части южного и юго-восточного секторов внутрикратерного конуса, сформированного на I этапе (см. рис. 2) и частичное залечивание разрушений (рис. 4). На аэрофотоснимке 8.II видно, что форма правильного усеченного конуса полностью восстановилась, а в его кратере образовался небольшой конус, в результате чего получилась миниатюрная постройка типа Сомма-Везувий. Морфологические изменения внутри терминального кратера Ключевского вулкана по линии север - юг за период с 31.V по 8.XII показаны на рис. 5.

---

<sup>2</sup> Авторы именуют Крестовским желоб, который ранее назывался «северо-западным» (желоб направлен на Крестовский вулкан).



**Рис. 2.** Кратер Ключевского вулкана 31.V.1984 г., вид с юга. В центре несколько шлаковых конусов, слившихся в один, который заполнил провал, существовавший в 1982 г. [6]. Внизу просматриваются два рукава грязевого потока протяженностью до 4500 м. Фото В. Н. Двигало



**Рис. 3.** Фреатический взрыв в Крестовском желобе при взаимодействии лавы с ледником. Снято 23.VI.1984 г. с севера, с высоты 1800 м. Фото В. Н. Андреева

Во время V этапа извержения в течение двух дней, 13 и 14.XI, наблюдался пароксизм, когда высота вылета раскаленных бомб достигала 1 км над кратером, а газопепловый столб поднимался на 8-10 км. Тепловая мощность таких эксплозий оценивалась по формуле из работы [18] равной  $2,4 \cdot 10^7$  кВт. Поскольку граница стратопаузы в эти дни находилась на высоте 8000 м, некоторая часть материала была заброшена в стратосферу.

Извержение продолжалось и в начале 1985 г. 28.1.1985 г. эруптивная деятельность вершинного кратера прекратилась. К этому времени средняя высота шлакового конуса над лавовым пьедесталом внутри главного кратера была равна 110 м, размеры основания 400x500 м, максимальная длина лавовых потоков 3 км. Объем извергнутого материала, по предварительным данным, составил около  $0,1 \text{ км}^3$ . Более

точные цифры будут получены после фотограмметрической обработки аэрофотоснимков.

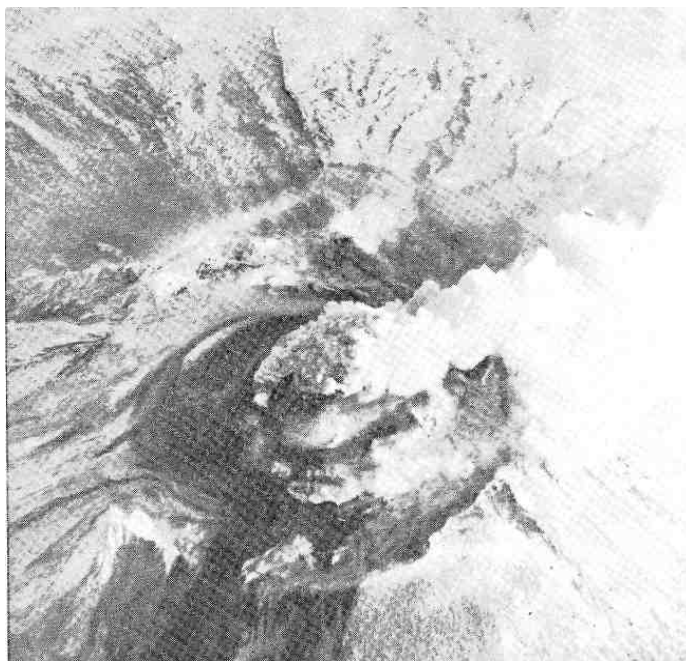
Продукты терминальной стадии извержения относятся к известково-щелочным высокоглиноземистым субафировым базальтам (табл. 2) с единичными вкрапленниками оливина, клино- и ортопироксена. По петрохимическим характеристикам они аналогичны конечным порциям расплава побочного прорыва Предсказанный в 1983 г. [20, 21].

По масштабу терминальное извержение 1984-1985 гг. значительно превосходит извержение 1977-1980 гг. Принимая средний расход магмы Ключевского вулкана в  $60 \cdot 10^6$  т/год [16] при плотности лавы  $2 \text{ г/см}^3$ , можно считать, что терминальное извержение 1984 г. превосходило среднюю годовую разгрузку примерно в три раза.

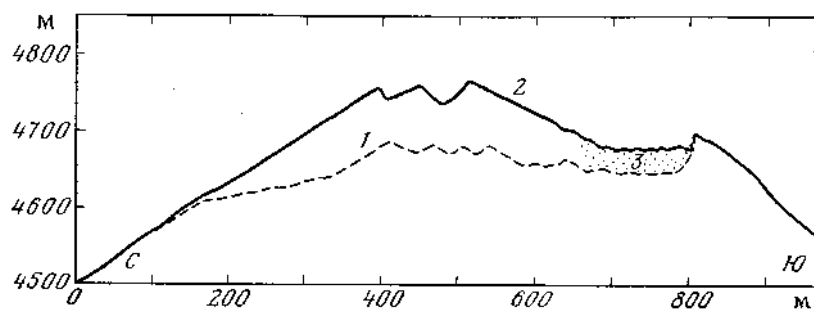
**Вулкан Ушковский (Дальний Плоский).** Начнем с краткого исторического экскурса. В вулканологической и географической литературе с конца XIX - начала XX в. за крупным горным массивом, выступающим в северо-западном углу мощной Ключевской группы вулканов, укрепилось название Плоская сопка, которая впоследствии была разделена на два вулкана: Ближний и Дальний Плоские по их расположению относительно пос. Ключи. До самого последнего времени оба этих вулкана считались давно потухшими, поэтому с такими названиями можно было мириться. Но после того, как в 1982 г. на Плоской Дальней сопке была обнаружена довольно интенсивная сольфатарная деятельность [6, 7] и вулкан был включен в список действующих, авторы считают необходимым вернуться к старым названиям этих вулканов: Ушковский (Дальний Плоский) и Крестовский (Ближний Плоский). Во-первых, для Ключевской группы достаточно одного названия вулкана Плоский Толбачик; во-вторых, Ближняя Плоская вовсе не является плоской, особенно если смотреть из пос. Ключи, и, главное, в-третьих, это оправдано исторически. В работе Б. И. Пийпа [15, с. 18-20] сказано, что «учитывая местный обычай называть вулканы по имени ближайшего селения, Ближняя Плоская сопка называлась Крестовской сопкой..., а Дальняя Плоская - Ушковской». В. А. Кусков в «Кратком топонимическом словаре Камчатской области» [12, с. 73] пишет, что «в прошлом столетии Ближняя называлась Крестовской, а Дальняя - Ушковской, по названиям находившихся поблизости селений Кресты и Ушки». Поселок Ушки расположен в устье правого притока р. Камчатки, берущего начало с западного склона Дальней Плоской, с ледника, который и поныне называется Ушковским [15, с. 26]. Селение Кресты находилось в исторически памятном для Камчатки месте, в устье р. Крестовой, которая стала называться так после установки там большого деревянного креста первооткрывателем Камчатки. Упоминание о том, что Плоская сопка называлась также Ушкинской, мы находим в трудах К. И. Богдановича [2] и К. Дитмара [4]. Последний пишет: «...на большом возвышении к западу (от Ключевского вулкана.- *авт.*) поднимается Ушкинская сопка, вышиною в 9592 фута, совершенно недействительная» [4, с. 316].

Название Ближняя и Дальняя Плоская впервые появилось в работе геолога С. А. Конради и топографа Н. Г. Келля [11], а также на карте Н. Г. Келля [8], которые были участниками экспедиции Ф. П. Рябушинского в 1908-1910 гг. Причем ими понимались Ближняя и Дальняя, от пос. Ключи, как вершины единой Плоской сопки. В трудах другого участника той же экспедиции, ботаника В. Л. Комарова [9, 10], впоследствии академика и президента АН СССР, фигурировали отдельные названия вершин: Ушкинская и Крестовская сопки. П. Т. Новограбленов в своем «Каталоге вулканов Камчатки» [14] использует названия «Ушковский» (не «Ушкинский») и «Крестовский» как синонимы Дальней и Ближней Плоских сопки. Те же наименования использованы в работе [15].

Приведенный обзор представляется авторам достаточным основанием для того, чтобы вместо Ближней и Дальней Плоских сопки вернуться к исторически более правильным названиям: вулканы Крестовский и Ушковский.



**Рис. 4.** Кратер Ключевского вулкана 8.XII. 1964 г., вид с запада. Большую часть кратера занимает шлаковый конус. У западного подножия конуса активно действует лавовая бокка, поток из которой изливается в Козыревский желоб. Фото В. Н. Двигало.



**Рис. 5.** Профили кратерной части Ключевского вулкана по линии север-юг. Построены по результатам стереофотограмметрической обработки аэрофотоснимков за 3KV. (1) и 8.XII. 1984 г. (2). Точками показана часть кратера, заполненная лавой (3)

Вулкан Ушковский представляет собой огромную сложную вулканическую постройку ( $370 \text{ км}^2$  вместе с Крестовским) плейстоценового возраста [15]. Средний объем материала, доставляемого вулканом за одно тысячелетие в голоцене, составлял  $3,0\text{-}3,5 \text{ км}^3$ . По сообщению О. Герца [15], последнее извержение вершинного конуса произошло, вероятно, весной 1880 г. Породы вулкана представлены в основном базальтами, андезитобазальтами и реже андезитами.

Широкая и плоская вершина вулкана Ушковский (абс. отм. 3943 м) представляет собой заполненную льдом кальдеру площадью  $24,2 \text{ км}^2$  ( $4,5 \times 5,5 \text{ км}$ ), в юго-восточной части которой возвышаются два конуса: юго-западный и северо-восточный (рис. 6). Кальдера служит областью питания крупных кальдерно-долинных ледников: Бильченок, Ушковский, Козыревский, а также подпитывает крупнейшие ледники Камчатки - Эрмана и Богдановича. Общая площадь современного оледенения Ушковского вулкана  $43 \text{ км}^3$ ; средняя толщина льда в кальдере составляет 200 м.

## Химический состав продуктов вершинного извержения Ключевского вулкана, 1984 г.

Окисел	АХО-1	АХО-15	АХО-16	ЛК-2
SiO <sub>3</sub>	53,34	53,38	53,11	53,31
TiO <sub>2</sub>	1,00	0,95	1,06	0,95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,60	18,98	17,38	18,58
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,87	2,36	3,01	3,09
FeO	5,54	6,34	6,39	5,54
MnO	0,16	0,15	0,22	0,15
MgO	5,39	4,72	5,16	4,79
CaO	7,68	8,34	8,16	8,19
Na <sub>2</sub> O	3,31	2,82	3,25	3,31
K <sub>2</sub> O	1,34	1,07	1,20	1,25
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,32	0,24	0,27	0,26
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	Не обн.	Не обн.	0,16	Не обн.
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,19	0,21	0,17	0,15
Сумма	99,74	99,56	99,54	99,57

*Примечание.* АХО-1 - лавовый поток за 24.VI; АХО-15 - вершинный кратер, исток лавы 1 .VII; АХО-16- лавовый поток 10.VIII; ЛК-2 - пепел 14.XI. Аналитик А. И. Округина.

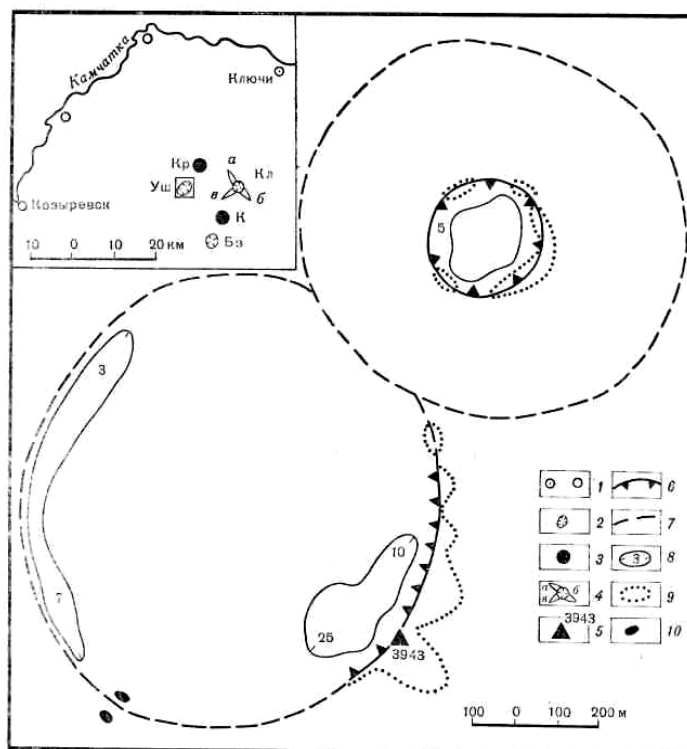
В августе 1984 г. были обследованы оба вершинных кратера вулкана. Они полностью заполнены льдом, и все проявления термальной активности расположены на кромках кратеров.

Юго-западный кратер, диаметром около 800 м, на внешнем склоне привершинного гребня имеет пять прогретых площадок, свободных от снега и льда, площадью от 15 до 100 м<sup>2</sup>. Температура грунта на их поверхности в среднем составляет 11° С, а на глубине 1 м достигает 77° С при температуре воздуха в период проведения измерений – 5 ÷ –10° С. В западной части кратера обследован провал в теле ледника. Глубина его достигает 35 м, средний диаметр 8 м. На дне этого практически вертикального колодца вскрывается кромка кратера. В этом месте колодец переходит в подледниковый туннель, проплавленный во льду вдоль гребня кратера. Туннель был прослежен на расстояние около 150 м в северо-западном направлении. Высота его меняется от 10 у провала до 4-5 м в конце и далее резко уменьшается до 1 м. Температура воздуха в туннеле равнялась + 2° С, а температура поверхности склона кратера не превышала + 4° С. На протяжении 11 ч наблюдений заметного изменения теплового режима не отмечено. Пещера является источником шлейфа паров, наблюдавшегося во время облетов, начиная с декабря 1982 г.

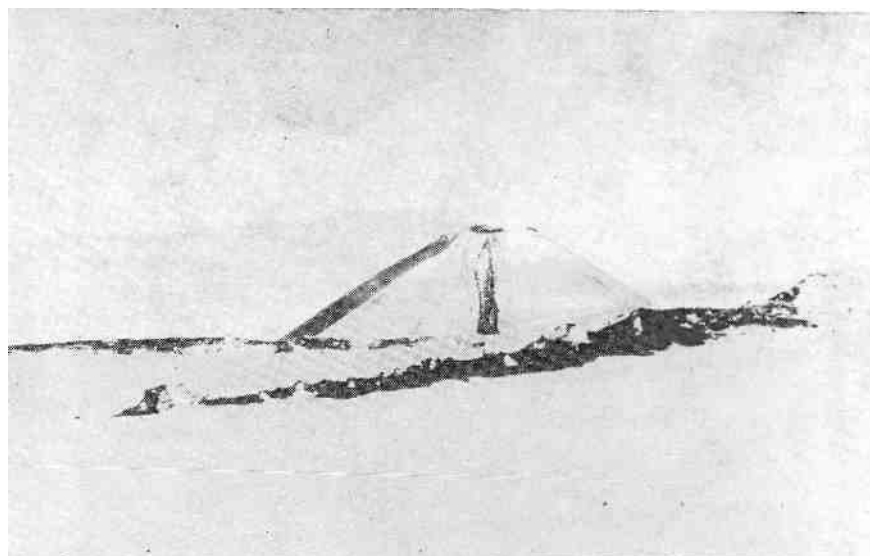
Второй, северо-восточный кратер имеет диаметр 250 м. Кромка его почти полностью открыта от снега и только в северном секторе частично, перекрыта им (рис. 7). В восточном и южном секторах кратера наблюдается множество мелких сольфатар. Их устья не превышают 0,5 см в диаметре. Температура газов на выходе равна 78,3° С, на глубине 0,2 м достигает 83,0° С. Газ беловатого цвета, запаха не имеет.

На термальных площадках обоих кратеров обнаружено большое количество молочно-белых возгонов, представленных (по определениям Л. П. Вергасовой) опалом с примесью карбоната.





**Рис. 6.** Схема термальных проявлений на вершинных кратерах вулкана Ушковский. На врезке - положение основных вулканов Ключевской группы 1 - населенные пункты; 2 - действующие вулканы: Кл - Ключевской, Бз - Безьянный, Уш - Ушковский; 3 - недействующие вулканы: Кр - Крестовский, К - Камень; 4 - вулcano-тектонические желоба Ключевского вулкана: а - Крестовский, б - Апахончичский, в - Козыревский; 5 - вершина Ушковского вулкана; 6 - гребни кратеров, свободные от льда; 7-гребни кратеров, прослеживаемые в рельефе поверхности ледника; 8 - просадочные формы на поверхности (с глубиной в м); 9 - максимальные размеры термальных площадок по состоянию на 31.V. 1984 г.; 10 - выходы подледных сольфатар. Составили Я. Д. Муравьев и А. А. Овсянников



**Рис. 7.** Термальная площадка на кромке северо-восточного кратера вулкана Ушковский в августе 1984 г. Максимальная температура газа на выходе  $78,3^{\circ}\text{C}$ . На заднем плане вулкан Ключевской, посередине которого виден Козыревский желоб и лавовый поток. Фото А. А. Овсянникова

**Вулкан Безымянный** относился к потухшим на Камчатке<sup>3</sup>. В конце сентября 1955 г. в районе вулкана стали отмечаться землетрясения, а 22.X началось сильное пепловое извержение. 30.III.1956 г. на вулкане произошел катастрофический направленный взрыв, в результате которого была снесена вершина конуса. Эруптивная туча поднялась на высоту 40 км. Взрывной материал постройки и пирокластические потоки отложились в восточном секторе вулкана на расстоянии 25-30 км. Общая площадь их составила 500 км<sup>2</sup>, объем вместе с пеплом 3 км<sup>3</sup>. На вершине вулкана образовался кратер размером 1,7x2,8 км и глубиной 600 м, в котором стала формироваться внутрикратерная экструзия - купол Новый. Рост купола продолжается до настоящего времени и периодически (1-2 раза в год) сопровождается взрывами различной силы, скатыванием каменных лавин и пирокластических потоков. С 1977 г. наряду с жесткой экструзией блоков андезитов из активного жерла купола стал изливаться лавовый поток того же состава.

В 1984 г. вулкан Безымянный извергался дважды - в феврале и октябре. Предвестниками февральского извержения были одиночные землетрясения, которые стали отмечаться со второй декады января. Наиболее сильное из них с энергетическим классом  $K_s = 6,5$  было зарегистрировано 10.II. С 13.II количество землетрясений стало увеличиваться, и наибольшая сейсмическая активность была отмечена 15.II. 16.II она стала спадать, и на с/ст. «Апахончич» регистрировалось слабое непрерывное вулканическое дрожание.

На аэрофотоснимках от 21.I и 2.II хорошо видно, что по сравнению с последней аэрофотосъемкой, проведенной 11.IX 1983 г. [7], на куполе произошли изменения, его поверхность разбита трещинами на отдельные блоки, испытывавшие вертикальные перемещения. Аналогичные деформации купола были отмечены перед майским извержением в 1983 г. и были расценены как его предвестники [7]. То же самое произошло и в 1984 г. 5.II от В. А. Аристархова со с/ст «Козыревск» было получено сообщение, что около 11 ч. им отмечался пепловый столб над вулканом Безымянным. Вскоре в пос. Козыревск стал выпадать мелкозернистый темно-серый вулканический пепел (расстояние около 46 км на северо-запад от вулкана). В ночь на 6.II началась пурга, которая бушевала до 11.II. Поэтому первые визуальные и аэровизуальные наблюдения после начала извержения удалось сделать 13.II - частые взрывы с пеплом на высоту 200-300 м. 14.II была выполнена аэрофотосъемка. В течение 2 ч. съемщики наблюдали взрывы с интервалом 10-12 мин, которые сопровождалось сходом раскаленных каменных лавин на восточный склон купола Новый. В результате взрывов разной силы образовался «двухэтажный» пеплогазовый шлейф на высотах около 5 и 2 км, вытянутый в западном направлении (рис. 8). Количественно-минеральный анализ проб пепла, отобранных И. А. Несмачным 14.II.1984 г. в пос. Козыревск и проанализированных В. Ю. Кирьяновым, следующий, %: вулканическое стекло 23, плагиоклаз 44, рудные 7, обломки пород (сростки плагиоклаза, рудных и темноцветных минералов) 22, зеленая роговая обманка 4. 15.II эксплозивное извержение вулкана продолжалось. Выбросы газов с пеплом достигали высоты 3 км, со с/ст. «Апахончич» хорошо было видно скатывание каменных лавин по восточному склону купола<sup>4</sup>.

С 16.II на восточный и северо-восточный склоны купола начал выжиматься поток вязкой андезитовой лавы, в результате чего в северо-восточной части вершины сформировалось экструзивно-эффузивное вздутие (рис. 9).

---

<sup>3</sup> Б. И. Пийп по наличию свежих лавовых потоков относил вулкан Безымянный к потенциально действующему [15].

<sup>4</sup> В статье кроме авторских использованы материалы наблюдений за извержениями А. И. Малышева и К. С. Киришева из района с/ст. «Апахончич» и непосредственно у подножия вулкана.

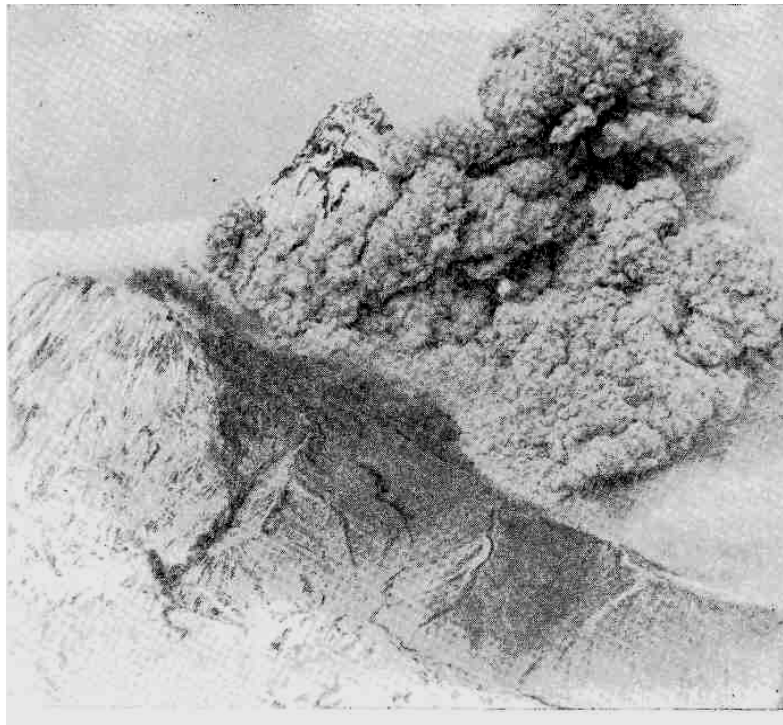
На этом зимне-весеннее извержение закончилось. В последующее время на куполе Новый наблюдалась умеренная фумарольная деятельность. Осеннее извержение вулкана также предварялось и сопровождалось сейсмическими явлениями. 24.X зарегистрировались отдельные землетрясения с  $Ks^{max} = 6.5$  на фоне непрерывного вулканического дрожания количество их увеличилось до 2-3, а 12.X - до 10-15 в час. Наибольшее их количество было зарегистрировано 13.X с 12 до 14 и с 22 до 24 ч. Всего землетрясений с амплитудой больше 1 мкм было зарегистрировано более 1000. В периоды наибольшей эксплозивной активности амплитуда спазматического дрожания достигала 5 мкм. К концу дня 14.X сейсмическая активность стала заметно спадать, к 16.X она полностью прекратилась. Вулканическая деятельность проявлялась следующим образом. С 20. IX над вершиной вулкана стали появляться клубящиеся тучи белых газов высотой до 1 км. 24.X началось обрушение каменных лавин. В первые дни в результате обрушения на вершине купола обнажился монолитный блок андезитов высотой 80 м. Ниже на восточном склоне стал формироваться абразивный желоб, который впоследствии служил каналом для спуска пирокластических потоков. Обрушение каменных лавин, как и при весенней активизации, постоянно сопровождалось подъемом эруптивных туч, высота которых менялась от 1,5 до 3 км.



**Рис. 8.** Вулканы (слева направо) Безымянный, Камень и Ключевской 14.II.1984 г. Над Безымянным пеплогазовый выброс на высоту около 2-2,5 км, на восточный склон купола Новый скатывается раскаленная каменная лавина. Фото В. А. Подтабачного



**Рис. 9.** Экструзивно-эффузивный купол, выросший над жерлом в ходе извержения вулкана Безымянный в северо-восточном секторе купола Новый. Снято 26.VIII. 1984 г.



**Рис. 10.** Вулкан Безымянный 13.X.1984 г., за ним вулкан Камень. Верхняя часть эруптивной тучи представляет собой начальную фазу вертикального взрыва. Видно формирование пирокластического потока. Фото В. И. Нечаева

13.X в 7 ч. утра над вулканом наблюдался темно-серый газопепловый шлейф, который на высоте около 2 км прослеживался в восток-юго-восточном направлении на расстояние до 40 км. В 11 ч. и 11 ч. 5 м. на куполе были отмечены два направленных взрыва средней силы. Затем последовали вертикальные взрывы с интервалом 3-8 мин с выбросом обломочного материала и образованием эруптивных туч. Наиболее сильные взрывы происходили с 12 ч. 10 м. до 14 ч. 30 м., когда высота подъема эруптивных туч достигала 5-9 км. За этот период на с/ст. «Апахончич» выпало до  $1,5 \text{ кг/м}^2$  пепла. Взрывы сопровождалось сходом раскаленных лавин типа «палящих туч» по восточному желобу купола Новый (рис. 10). Примерно такая же активизация вулкана была с 22 до 24 ч.

14.X взрывная деятельность вулкана продолжалась. Шлейф эруптивных газов с пеплом на высоте 3-3,5 км прослеживался в восточном направлении. Наиболее сильные взрывы и раскаленные лавины отмечались с 17 до 21 ч. вечера.

В ночь на 15.X взрывная деятельность вулкана прекратилась. Экструзивный процесс продолжался до конца октября. Над куполом постоянно наблюдались клубящиеся газы белого, иногда серого цвета, по склонам периодически скатывались каменные, иногда раскаленные лавины.

В результате осеннего пароксизма на вершине купола Нового образовался небольшой кратер, а на восточном склоне - абразивный желоб (рис. 11). Кратер и желоб как бы раскололи купол на две части - северную и южную. На восточном склоне вулкана и у его подножья образовались два языка пирокластического потока. Северный располагался выше устьевой части желоба, длиной в 1,5-2 км, шириной до 50 м и мощностью от 1,5 до 5 м, площадь его составляла примерно  $0,075 \text{ км}^2$ , объем  $0,002 \text{ км}^3$ . Южная ветвь потока имела протяженность ~6 км, ширину от 50 до 500 м и мощность от 0,3 (на окончании потока) до 8 м (рис. 12). Примерная площадь<sup>5</sup> -  $2,7 \text{ км}^2$ , объем -  $0,012 \text{ км}^3$ .

<sup>5</sup> Размеры потока и его объем имеют оценочный характер и будут уточнены после фотограмметрической обработки материала.



**Рис. 11.** Кратер и купол Новый вулкана Безымянный 21.X.1984 г. Воронка извержения, образовавшаяся при взрывной деятельности вулкана во время извержения в октябре и желоб на восточном склоне купола, «выпаханный» палящими тучами и каменными лавинами. Фото В. Н. Двигало

Кроме материала потока при извержении было выброшено достаточно большое количество пепла. В виде мелкой пыли он распространился на востоке до средней части хр. Кумроч, на северо-востоке прошел дальше с. Камаки и на северо-северо-западе достиг вулкана Харчинский. Общая площадь распространения его составила  $\sim 5000 \text{ км}^2$ . Распределение пепла по площади было неравномерным: от  $5\text{-}6 \text{ кг/м}^2$  вблизи вулкана,  $300 \text{ г/м}^2$  на с/ст. «Подкова» (25 км от центра извержения),  $30 \text{ г/м}^2$  в г. Ключи (45 км) и до  $1 \text{ г/м}^2$  - в с. Камаки (65 км). Общий вес пепла составил 10 млн. т.



**Рис. 12.** Вулкан Безымянный 21.X. 1984 г. На склоне видны отложения пирокластических потоков. Фото В. Н. Двигало

Извергнутый материал 1984 г. относится к двупироксеновым андезитам с редкими включениями роговой обманки. Химический состав крупных глыб, наполнителя размером до 2 мм и пепла, собранного на с/ст. «Апахончич», приведен в табл. 3.

В целом извержение вулкана Безымянный в 1984 г., особенно осеннее, относится к разряду наиболее крупных за последние 5 лет. Конфигурация и объем пирокластического потока сходны с потоком 1980 г. Эруптивный процесс был значительно мощнее. Это хорошо видно по площади распространения пепла в окрестностях вулкана. Кроме того, в наиболее активные периоды извержения, например середина дня 13 октября, по номограмме и формулам С. А. Федотова [18], эруптивными тучами выносилось пепла от 100 до 1000 т/с. Мощность взрывов [18] при этом менялась от  $25 \cdot 10^8$  до  $5 \cdot 10^9$  кВт.

**Вулкан Жупановский.** 10.IV.1984 г/от командира рейсового самолета ЯК-40 в Институт вулканологии поступило сообщение о том, что извергается вулкан Жупановский. На следующий день сотрудниками Института был организован облет вулкана. Аэровизуальные наблюдения показали интенсивную фумарольную деятельность вулкана. Тем не менее картина, наблюдавшаяся пилотами 10.IV. (рис. 13) ясно показывает достаточно мощные парогазовые выбросы одновременно из трех западных вершин на Жупановском вулкане, которые не отмечались прежде. Примечательно, что на ближайших вулканах - Карымском, Авачинском и Корякском - усиления фумарольной деятельности в это время не было, поэтому трудно предположить, что в районе Жупановского вулкана было какое-то локальное аномальное состояние атмосферы. По-видимому, события 10.IV следует отнести к кратковременному усилению активности вулкана.

Таблица 3

**Химический состав пирокластического потока и пепла вулкана  
Безымянный в октябре 1984 г., вес. %**

Окисел	Пирокластический поток		Пепел на с/ст «Апахончич»
	крупные глыбы	наполнитель до 2 мм	
SiO <sub>3</sub>	57,82	57,56	60,62
TiO <sub>2</sub>	0,70	0,62	0,57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,98	18,68	17,77
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,82	3,96	3,45
FeO	3,44	2,81	2,61
MnO	0,21	0,17	0,13
MgO	4,24	3,55	2,51
CaO	6,95	7,56	6,83
Na <sub>2</sub> O	3,21	3,28	3,46
K <sub>2</sub> O	1,34	1,14	1,58
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,25	0,18	0,21
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,05	0,17	0,47
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,05	Не обн.	Не обн.

*Примечание.* Аналитик Н. Р. Гусакова.

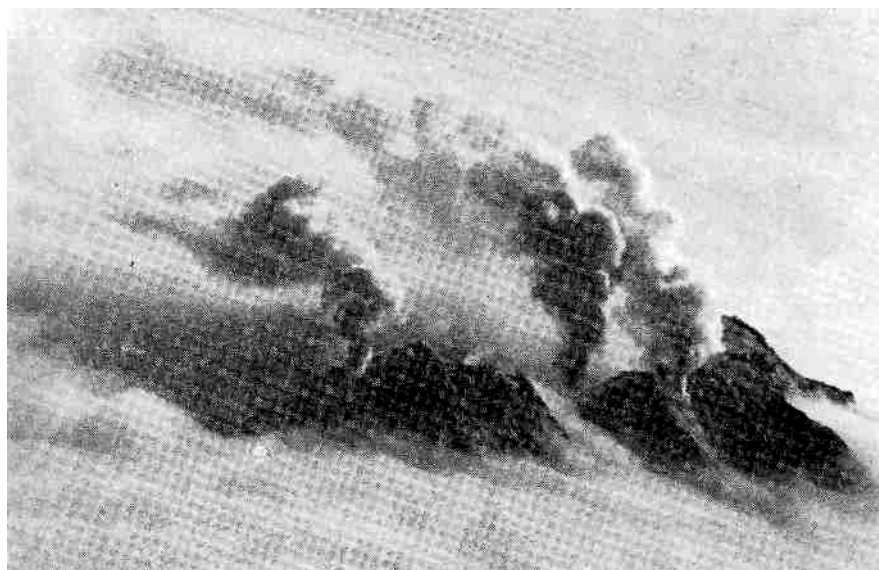
**Вулкан Карымский.** В течение 1984 г. вулкан находился в стадии очень слабой фумарольной деятельности. При восхождении на вулкан в августе отмечался прогрев его восточной привершинной части. На высоте 1460 м на юго-восток от кратера зафиксирована отдельная фумарола и парогазовые выходы на южной внутренней стенке кратера. По систематическим аэровизуальным и постоянным наблюдениям со с/ст. «Карымская» состояние вулкана практически не изменялось. Фотограмметрическая обработка многочисленных аэрофотоснимков показала, что кратер вулкана за последние два года не изменился. Он представляет собой неправильной формы чашу, в центральной части плавно переходящую в воронку от последних взрывов конца

извержения в октябре 1982 г. [6]. Размеры кратера по гребню 157x126 м, наибольшая глубина 61 м, объем чаши 251 тыс. м<sup>3</sup> (рис. 14). Абсолютная отметка вершины осталась также без изменений по сравнению с 1982 г. и равна 1546 м.

Несмотря на спокойное состояние вулкана по визуальным наблюдениям, авторы посчитали нужным дать его описание за 1984 г., поскольку не исключена активизация вулкана Карымского в 1985 г.

Во-первых, в работе [19, с. 47] на основании анализа эруптивного процесса за историческое и современное время показано, что можно «ожидать снижения активности вулкана в 1982-1984 гг.». Пока этот прогноз оправдывается (статья была сдана в редакцию в декабре 1981 г., последнее извержение закончилось в 1982 г.).

Во-вторых, если на с/ст. «Карымская» за весь 1983 г. не отмечалось ни вулканических землетрясений, ни вулканического дрожания [7, с. 19], то в 1984 г. сейсмическая обстановка изменилась. С конца мая: до конца августа на с/ст. «Карымская» регистрировались единичные: отдельные вулканические землетрясения энергетического класса 6,5-8,5. Начиная с ноября сейсмическая активность повысилась. В ноябре зарегистрировано два роя землетрясений, в декабре - 1. Количество землетрясений с  $K > 5$  в роях не превышало 50. Землетрясение 18.XI, интенсивностью 2-3 балла, ощущалось дежурными наблюдателями. Разброс S-P-землетрясений в роях составляет 0,9-2,0 с. Землетрясения в общем слабые и, вероятно, приповерхностные, так как на других сейсмостанциях региональной сети они не регистрировались. Об этом же, возможно, свидетельствует и то, что содержание радона и температура в почвенном воздухе в двух режимных точках и в спонтанном газе на озере Теплом находились на уровне 1983 г. в пределах ошибок измерений, хотя было показано [19], что радон является чутким индикатором состояния вулкана.



**Рис. 13.** Деятельность Жупановского вулкана 10.IV.1984 г. Видны мощные парогазовые столбы высотой от 700 до 1000 м. Фото И. В. Вайнштейна

**Вулкан Горелый.** Это сложная вулканическая постройка кальдерного типа. На вершине вулкана находятся четыре гнездообразных кратера. Наивысшая отметка вулкана 1829 м над уровнем моря. Начало формирования вулкана относится к позднему плейстоцену - раннему голоцену. Продуктивность вулкана в голоцене составляет  $1,5 \cdot 10^6$  т/год [16]. После окончания эксплозивного извержения в 1981 г. на вулкане наблюдалась лишь фумарольная деятельность различной интенсивности [5, 6].

При облете 20.III и посадке в районе седловины отмечен прогрев внешних склонов с восточной и юго-восточной стороны. От седловины между южной вершиной

и Центральным кратером в направлении на вулкан Мутновский по внешнему склону видны две параллельные, глубокие, сильно парящие промоины. Примерно  $\frac{1}{3}$  Центрального кратера занимало озеро бирюзового цвета, поверхность которого бурлила от выделяющихся газов. Все остальные кратеры и взрывные воронки были засыпаны снегом. Почти аналогичная картина наблюдалась и 28.III, однако было замечено, что начала прогреваться стенка южной вершины, обращенная к Центральному кратеру. При посещении вулкана Горелый 17.IV были замерены температуры на глубине 0,5 м по профилю от южной вершины до северной оконечности Центрального кратера. Температура по профилю равномерно возрастала от +58 до +95° С. Было зафиксировано, что кроме ранее отмеченных промоин на внешнем восточном склоне стала парить взрывная воронка около кратера. Сильное парение наблюдалось в северной, южной и юго-восточной обрывных стенках кратера.



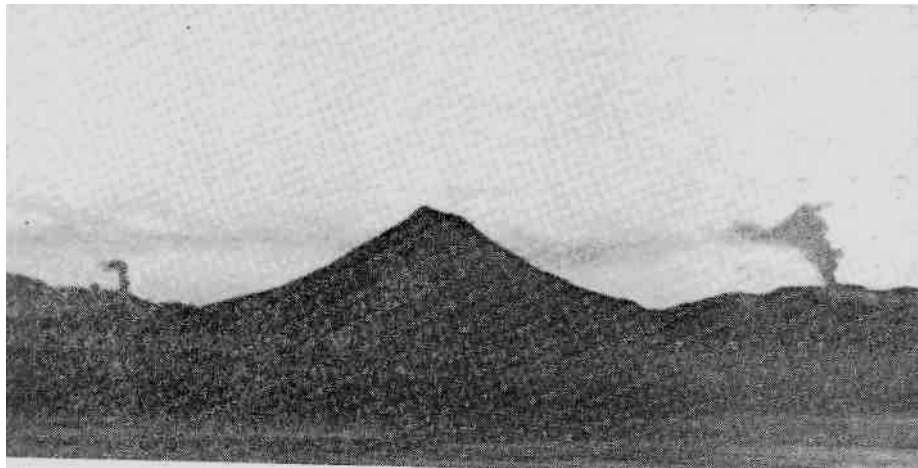
**Рис. 14.** Кратер Карымского вулкана 9.IX.1984 г. Видна слабая фумарольная деятельность на южной внутренней стенке кратера и еще более слабые паровые струи в северном и восточном секторах. Фото И. А. Несмачного

В августе 1984 г. активность вулкана стала вновь возрастать. С 3.VIII по 8.IX, по данным сейсмологов, началось вулканическое дрожание и наблюдались парогазовые выбросы (некоторые из них были слабо нагружены пеплом), достигавшие высоты 2 км над кратером. При посещении вершины в конце августа Ю. П. Трухин и Р. А. Шувалов отмечали присутствие свежесыпавшего пепла вокруг кратера и на склонах вулкана. Вся поверхность кратерного озера интенсивно бурлила и из него с шумом вырывались струи газов белого цвета<sup>6</sup>. После 8.IX вулкан Горелый вступил в фазу слабой фумарольной деятельности.

21.XII.1984 г. с 23 ч. радиотелеметрическая сейсмическая станция Института вулканологии стала фиксировать вулканическое дрожание в районе вулкана. В течение последующих трех дней уровень дрожания постепенно возрастал, однако извержение не наблюдалось, так как вулкан был закрыт облаками. 27.XII над вершиной вулкана наблюдался парогазовый столб высотой 1,2 км. Фреатические взрывы следовали один за другим с интервалом 5-6 мин. Парогазовый шлейф сносился ветром в юго-восточном направлении более чем на 100 км (рис. 15).

<sup>6</sup> Авторы благодарят Ю. П. Трухина и Р. А. Шувалова за предоставленные данные активизации вулкана.





**Рис. 15.** Извержение вулкана Горелый в 17 ч. 30 м. 27.XII.1984 г. В центре вулкан Вилучик, слева - парогазовый столб из активной воронки вулкана Мутновский. Вид из г. Петропавловска-Камчатского на расстоянии 70 км. Фото В. А. Подтабачного

Значение тепловой мощности извержения оценивается в  $1,6 \cdot 10^7$  кВт. В последующие дни значительных изменений в ходе извержения не наблюдалось. Но вечером 29.XII и в ночь с 29 на 30.XII произошли газопепловые выбросы на высоту более 2,5 км над кратером, сопровождавшиеся сильными пеплопадами на склонах вулкана.

Пирокластический материал извержения представлен большей частью резургентным материалом, состоящим из обломков пород, слагающих постройку вулкана, и небольшой части ювенильного пепла, состоящего из обломков кристаллов плагиоклаза и пироксена, частиц зеленого вулканического стекла.

Днем 30.XII наблюдались отдельные слабые парогазовые выбросы белого цвета. 31.XII вулкан был закрыт облаками, но, судя по сейсмическим данным, извержение продолжалось.

**Вулкан Асача.** В работе [7] сообщалось о мощном рое землетрясений (только в марте - апреле 947 землетрясений с  $K_s \geq 7$ ) в районе Асачинской группы вулканов в 1983 г. с гипоцентрами на глубинах 10-20 км. В 1984 г. с/ст. «Березовая» и радиотелеметрическая ст. «Горелый» продолжали регистрировать толчки из той же эпицентральной зоны. Наибольшее их количество происходило в мае (39) и в конце сентября и октября (78). Причиной возникновения роев землетрясений, по-видимому, является тектоническая активизация сети разломов под Асачинской группой вулканов.

**Подводный вулканизм.** В 21-м рейсе НИС «Вулканолог» (август 1984 г.) в результате проведения детальных геолого-геофизических исследований в 40-60 км к северо-востоку от Командорских островов выявлены линейно вытянутое структурное поднятие и связанное с ним крупное вулканическое сооружение, которые в совокупности образуют сложно построенную вулкано-тектоническую структуру. Вертикальная амплитуда этой структуры (от основания склонов тектонического поднятия акустического фундамента до вершин вулканических конусов) превышает 5 км. Собственно вулканическая зона имеет изометричные в плане очертания с поперечным размером порядка 35 км и ограничена изобатой 3500 м. В пределах зоны по морфологии и характеру аномального магнитного поля выделено три молодых (предпочтительно верхнечетвертичного возраста) вулканических центра: средний, находящийся в середине вулканической зоны, северо-западный, расположенный в 10-15 км к северо-северо-западу от первого, и восточный, расположенный на таком же расстоянии к востоку от середины вулканической зоны.

Средний вулканический центр морфологически выражен наиболее ярко и представлен вулканическими конусами, поднимающимися с глубин 2500 м до глубин в первые сотни метров от поверхности моря. С привершинных частей этих конусов (в

интервале глубин 700-400 м) были драгированы дациты островодужного типа и пемзы аналогичного состава. Драгированные вулканические породы имеют свежий облик и по-видимому, соответствуют голоценовому этапу развития вулканической зоны.

Северо-западный и восточный вулканические центры морфологически выражены более мелкими положительными структурами высотой до нескольких сот метров, находящимися на глубинах 2-2,5 км. Аналогичные структуры широко распространены в пределах вулканической зоны и на больших глубинах и, по-видимому, соответствуют экструзивным куполам различного возраста. По размерам выявленная вулканическая группа сопоставима с Авачинско-Корякской группой вулканов на Камчатке.

Необходимо отметить, что в пределах Алеутской дуги последний этап вулканической деятельности начался около 1 млн. лет назад и продолжается в настоящее время. Однако считалось, что крупные вулканы этого возраста в западном (Командорском) секторе дуги отсутствуют и самый западный из них находится на о-ве Булдырь в 670 км к востоку от Командорских островов. Примечательно, что выявленная вулканическая группа находится на расстоянии 140-150 км от оси Алеутского глубоководного желоба. Примерно на таком же расстоянии от желоба находятся современные крупные вулканы центрального сектора Алеутской дуги. Для восточного сектора Алеутской дуги это расстояние увеличивается до 180-220 км. Для сравнения отметим, что современные вулканы Камчатки находятся на расстоянии 220-250 км от осевой части Курило-Камчатского глубоководного Желоба.

Дальнейшее изучение, а также решение вопроса о наличии в выявленной группе действующих вулканов (некоторые основания для таких предположений имеются) - задача последующих рейсов «Вулканолога» в этом районе.

В 22-м рейсе НИС «Вулканолог» в сентябре 1984 г. были продолжены исследования подводных газогидротермальных выходов на запад-северо-западном склоне о-ва Парамушир (50°30,8' с. ш., 158°18,45' в. д.), которые были обнаружены в 1982 г. и детально изучены комплексом геолого-геофизических и газогидрохимических методов в 15-м и 17-м рейсах в 1982 и 1983 гг. [1]. В 1984 г. в зоне подводных газогидротермальных выходов наблюдались такие же, как и в предыдущие годы, акустические, газогидрохимические и другие аномалии. Это свидетельствовало о том, что вулканическая деятельность продолжалась. Была проведена оценка уровня гидроакустических шумов, связанных с этой деятельностью, в полосе частот 3-100 Гц. На дистанции порядка 1 км уровень шумов в период измерения не превышал величины  $(5-10) \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{ м}^{-2} \cdot \text{ Гц}^{-0,5}$ , т. е. величины, сопоставимой с уровнем динамических шумов поверхности океана при волнении 3-4 балла.

Остальные действующие вулканы Камчатки, по данным многократных аэрофотосъемок и наземных визуальных наблюдений, находились в таком же состоянии, как и в предыдущие годы. Сведений об извержениях наземных вулканов на Курильских островах в Институт вулканологии ДВНЦ АН СССР не поступало. На космических снимках систем «Метеор» (СССР) и NOAA (США) признаков извержений на Курилах не обнаружено.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авдейко Г. П., Гавриленко Г. М., Черткова Л. В. и др. Подводная газогидротермальная активность на северо-западном склоне о. Парамушир (Курильские острова).- Вулканология и сейсмология, 1984, № 6, с. 66-81.
2. Богданович К.- И. Очерк деятельности Охотско-Камчатской горной экспедиции.- Изв. РГО, 1899, т. XXXV, вып. VI, с. 549-600.
3. Влодавец В. И. Справочник по вулканологии. М.: Наука, 1984, с. 339.
4. Дитмар К. Поездки и пребывания на Камчатке в 1851-1855 гг. СПб., 1901, с. 576.
5. Иванов Б. В., Андреев В. И. и др. Активность вулканов Камчатки и Курильских островов в 1981 г.- Вулканология и сейсмология, 1982, № 4, с. 103-108.
6. Иванов Б. В., Чирков А. М., Дубик Ю. М. и др. Состояние действующих вулканов Камчатки и Курильских островов в 1982 г.- Вулканология и сейсмология, 1984, №4, с. 104-110.
7. Иванов Б. В., Гавриленко Г. М., Двигало В. Н. и др. Активность вулканов Камчатки и Курильских островов в 1983 г.- Вулканология и сейсмология, 1984, № 6, с. 114-121.
8. Кель Н. Г. Карта вулканов Камчатки. Л., 1928, 113 с.
9. Комаров В. Л. Путешествия по Камчатке в 1908-1909 гг. Избр. соч., т. VI. М.- Л.: Изд-во АН СССР, 1951, 528 с.
10. Комаров В. Л. Флора полуострова Камчатки. Избр. соч., т. VII. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1951, 506 с.
11. Конради С. А., Кель Н. Г. Геологический отдел Камчатской экспедиции 1908-1909 гг.-Изв. РГО, 1925, т. 57, вып. 1, с. 3-23.
12. Кусков В. П. Краткий топонимический словарь Камчатской области. Петропавловск-Камчатский, 1967. 128 с.
13. Мархинин Е. К. Цепь Плутона. М.: Мысль, 1973. 334 с.
14. Новограбленов П. Т. Каталог вулканов Камчатки. - Изв. ГГО, 1932, т. 64, вып. 1, с. 88-99.
15. Пийп Б. П. Ключевская сопка и ее извержение в 1944-1945 гг. и в прошлом. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 312 с.
16. Поляк Б. Г., Мелекесцев И. В. Продуктивность вулканических аппаратов. Вулканология и сейсмология, 1981, № 5, с. 22-37.
17. Степанов В. В., Чирков А. М. Активность вершинного кратера Ключевского вулкана в январе - марте 1980 г.- Вулканология и сейсмология, 1981, № 1, с. 103-105.
18. Федотов С. А. Оценка выноса тепла и пирокластики вулканическими извержениями и фумаролами по высоте их струй и облаков.- Вулканология и сейсмология, 1982, № 4, с. 3-28.
19. Хренов А. П., Дубик Ю. М. Эруптивная деятельность вулкана Карымского за 10 лет (1970-1980).- Вулканология и сейсмология, 1984, № 4, с. 29-48.
20. Хренов А. П., Озеров А. Ю., Литасов Н. Е. и др. Побочное извержение Ключевского вулкана (прорыв Предсказанный) в 1983 г.-Вулканология и сейсмология, 1985, № 1, с. 3-20.
21. Хренов А. П., Ананьев В. В., Балувев Э. Ю. и др. Петрология продуктов побочного извержения Ключевского вулкана (прорыв Предсказанный, 1983 г.).- Вулканология и сейсмология, 1985, № 1, с. 47-70.

Институт вулканологии  
ДВНЦ АН СССР

Поступила в редакцию  
20.V.1985