

1996
УДК 551.21

© 1996 г. БЕЛОУСОВ А. Б., БЕЛОУСОВА М. Г., ЖДАНОВА Е. Ю.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВУЛКАНОВ СЕВЕРНОЙ ГРУППЫ (КАМЧАТКА) В 1990—1992 гг.

Предлагаемая статья продолжает серию работ, описывающих деятельность вулканов Северной группы, начиная с 1935 г. Статья охватывает период с 1990 по 1992 г. включительно. Описана динамика извержений вулканов Ключевской, Безымянный и Шивелуч.

ACTIVITY OF THE NORTHERN GROUP OF KAMCHATKA VOLCANOES 1990—1992, by B e l o u s o v A. B., B e l o u s o v a M. G. and Z h d a n o v a E. Yu. The paper continues the series of papers that describe activity of the volcanoes of Northern group of Kamchatka since 1935. Activity of Kluchevskoy, Bezymianny and Shiveluch volcanoes in 1990—1992 is described.

(Received July 11, 1995)

Institute of Volcanic Geology and Geochemistry, Far East Division, Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683006, Russia

В Северную группу вулканов Камчатки входят пять действующих вулканов (Шивелуч, Ключевской, Безымянный, Ушковский (Дальний Плоский) и Плоский Толбачик), а также ~10 вулканов, считающихся потухшими. Северная группа вулканов уникальна как по частоте, так и по разнообразию проявлений вулканической активности.

Сконцентрированные на небольшой площади, ее действующие вулканы извергают лавы от жидких базальтов до вязких андезитов. Это обстоятельство послужило причиной создания здесь Камчатской вулканологической станции, которая непрерывно проводит наблюдения за вулканической активностью начиная с 1935 г.

Задача настоящей работы — описание деятельности вулканов Северной группы в период с 1990 по 1992 г. включительно. В основу работы легли материалы режимных визуальных наблюдений, выполняемых сотрудниками Камчатской вулканологической станции (г. Ключи). В задачу не входило исследование особенностей вещественного состава продуктов извержений. Здесь следует отметить, что продукты описанных извержений в целом по составу существенно не отличаются от продуктов прошлых извержений.

Информацию о геологии района и активности вулканов в предшествующие годы можно найти в работах [1—6].

В 1990—1992 гг. вулканы Шивелуч, Ключевской и Безымянный продолжали проявлять высокую активность. Вулканы Ушковский и Плоский Толбачик находились в состоянии слабой фумарольной деятельности.

Вулкан Ключевской. *Общая характеристика активности.* В начале 1990 г. на Ключевском вулкане произошло сильное эксплозивное извержение вершинного кратера, которое можно определить как пароксизмальное по классификации Б. И. Пийпа [6]. Извержение характеризовалось выбросом раскаленных бомб и пепла на высоту до 1,5 и 6 км соответственно и формированием нового кратера на месте внутрикратерных шлаковых конусов, которые образовались в ходе предшествующих относительно слабых межпароксизмальных извержений.

Одновременно с окончанием этого извержения на восточном склоне вулкана перестал действовать побочный прорыв, преимущественно эффузивная

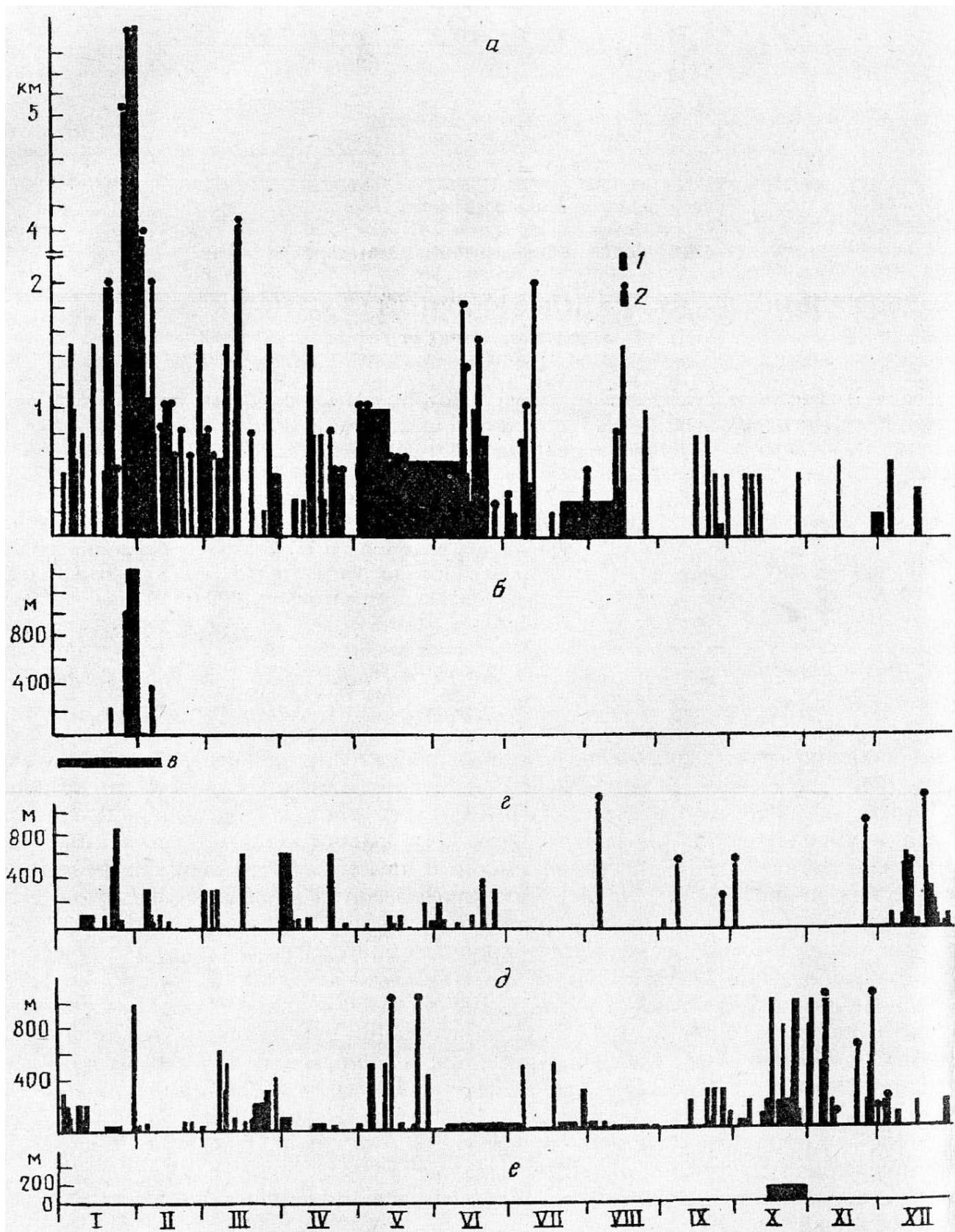


Рис. 1. Данные визуальных наблюдений за деятельностью Ключевского вулкана в 1990 (*a—в*), 1991 (*г*) и 1992 г. (*д, е*). *a, г, д* — Изменение высоты парогозовых (ПГВ) и газопепловых (ГПВ) выбросов (1, 2 соответственно); *б, е* — изменение высоты выбросов вулканических бомб; *в* — продолжительность излияния лавовых потоков

активность которого длилась 199 сут. После пароксизмального извержения наступил период относительного покоя, изредка прерываемый пепловыми эксплозиями вулканического типа. В октябре 1992 г. в кратере возобновилась обычная для него относительно слабая стромболианская деятельность и начался очередной этап заполнения кратера. Так как после пароксизмального извержения 1990 г. вулканическая активность была сосредоточена на дне глубокого кратера, то наблюдения из г. Ключи фиксировали только относительно крупные эксплозивные события, поэтому сведения о последующих извержениях следует рассматривать как неполные. Данные визуальных наблюдений за деятельностью Ключевского вулкана в 1990-1992 гг. показаны на рис. 1.

В конце 1989 - начале 1990 г. вулкан находился в состоянии побочного извержения, которое началось 26 июля 1989 г. на радиальной трещине, открывшейся на восточном склоне на высоте 4300-4400 м. Деятельность побочного прорыва носила ровный, преимущественно эффузивный характер. В начале января фронт лавового потока достиг отметки ~3200 м. Над истоком лавового потока, окруженного шлаковым конусом высотой ~50 м, обычно поднималось парогазовое облако высотой до 200 м и изредка происходили выбросы раскаленных бомб на высоту в первые десятки метров.

Вершинный кратер в это время был малоактивен. Над шлаковыми конусами, которые полностью заполняли кратер, поднимались парогазовые облака высотой до 500-800 м, вероятно, фумарольного происхождения. Изредка в вершинном кратере происходили слабые выбросы пепла.

Первые признаки усиления вулканической активности появились начиная с 8 января, когда высота парогазового облака над вершинным кратером стала устойчиво превышать 1 км. При сильном ветре образовывался шлейф газов, который протягивался от вершины на расстояние в несколько десятков километров. В ночь с 16 на 17 января отмечено увеличение протяженности светящихся участков на лавовом потоке побочного прорыва, что может быть интерпретировано как увеличение расхода лавы.

Извержение в вершинном кратере началось 23 января в форме интенсивной стромболианской деятельности с выбросом раскаленных бомб на высоту до 200 м с частотой до 10 выбросов в 1 мин. Эруптивное облако, преимущественно парогазовое с незначительным содержанием пепла, поднялось на высоту 2-3 км. 24 января в выбросах резко возросло содержание пепла, который выпал в г. Ключи в количестве 30 г/м². 29 января извержение вступило в кульминационную стадию, которая по характеру может быть определена как субплинианская. В 8 ч 40 мин по местному времени в вершинном кратере началось мощное пульсирующее фонтанирование лавы из нескольких жерл на высоту до 500 м. Высота газопеплового эруптивного облака быстро увеличилась с 1,5 до 3 км. С 9 ч до 9 ч 25 мин наблюдалось некоторое ослабление извержения, после чего в вершинном кратере вновь возобновилось фонтанирование лавы на высоту до 1-1,5 км, а высота сильно нагруженного пеплом эруптивного столба возросла до 5 км. Многочисленные раскаленные вулканические бомбы, выпадавшие на склоны вулкана, скатывались до высоты 3000 м. В 23 ч наблюдалось кратковременное ослабление извержения. 30 января фонтанирование лавы происходило из трех жерл на высоту до 1,5 км. Высота пеплового эруптивного облака достигала 6 км. 31 января и 1 февраля извержение продолжалось в прежнем режиме (рис. 2,а). В результате интенсивной эксплозивной деятельности северная часть внутрикратерного шлакового конуса разрушилась, и здесь образовался новый кратер диаметром в первые сотни метров, по всему сечению которого происходили непрерывные выбросы бомб и пепла на высоту 1,5 и 6 км соответственно. Сильный западный ветер относил пепловую тучу в восточном направлении. 1 февраля в пепловой колонне наблюдались молнии, а в 9 ч 20 мин произошло образование двух небольших пирокластических лавин, которые спустились от кратера по северо-западному желобу до отметки 3500 м.

2 февраля извержение начало ослабевать. Фонтанирование лавы



Рис. 2. Газопепловое облако над вершинным кратером Ключевского вулкана: *a* — 1 февраля 1990 г., высота облака 5 км. *б* — 2 февраля 1990 г., высота облака 3 км. В правом нижнем углу снимка парогазовое облако над газовой боккой побочного прорыва. Снимки сделаны А. Б. Белоусовым и М. Г. Белоусовой

прекратилось. Над новым кратером диаметром ~500 м спокойно поднималось сильно нагруженное пеплом эруптивное облако высотой 3-4 км (рис. 2,6). 3 февраля высота эруптивного облака снизилась до 1 км. Количество пепла заметно уменьшилось. В ночь с 5 на 6 февраля в вершинном кратере произошла серия выбросов раскаленных бомб на высоту 200—500 м. Высота газопепловых выбросов в ходе этой последней активизации, которая может быть отнесена к пароксизмальному извержению, достигала 2 км.

Образовавшийся в результате пароксизмального извержения новый колодцеобразный кратер имел диаметр ~500 м. Дно кратера не просматривалось из-за интенсивной фумарольной деятельности, но глубина его превышала 300 м.

В ходе пароксизмального извержения выброшено большое количество пепла, основная масса которого выпала в северо-восточном секторе. Толщина свежевыпавшего пепла в районе шлакового конуса S (на оси пеплопада в 12 км от кратера) была ~2 см, что составило ~18 кг/м². 29 и 31 января пепел выпадал в г. Ключи в количестве 32 и 21 г/м² соответственно. Общий объем выброшенного пепла может быть грубо оценен в 0,3 км³. Часть пепла этого извержения, по-видимому, проникла в стратосферу, так как 29-31 января на высоте ~5-6 км над кратером наблюдалось характерное растекание эруптивного облака по горизонтали в форме диска диаметром >30 км.

Деятельность побочного прорыва во время пароксизмального извержения вершинного кратера сильно активизировалась. 29 января резко возрос расход лавы. В истоке лавового потока наблюдались выбросы бомб и спазматическое фонтанирование лавы на высоту 100-200 м. 30 января выше истока лавы на высоте 4600 м образовалась новая взрывная бокка побочного прорыва, из которой происходили слабые пепловые выбросы на высоту до 1 км. Интенсивная эффузивная деятельность побочного прорыва во время пароксизмальной стадии извержения привела к быстрому продвижению фронта лавового потока до отметки 2200 м. С ослаблением деятельности вершинного кратера 2 февраля расход лавы побочного прорыва резко снизился. 9 февраля побочное извержение закончилось. 7—8 февраля система радиальных (по отношению к вершинному кратеру) и субгоризонтальных трещин сформировалась в районе лавовой бокки побочного прорыва. Объем излившейся лавы по предварительным оценкам составил 0,03 км³.

В дальнейшем, до конца года, по всему сечению вершинного кратера происходило интенсивное выделение пара, иногда с примесью пепла, на высоту 100—1000 м. На фоне этой деятельности отмечались как одиночные, так и серии пепловых выбросов высотой до 1, редко до 3 км. Пепел этих выбросов выпадал преимущественно вблизи кратера, однако 14 февраля, 16 марта, 29 апреля и 4 мая наблюдалось выпадение пепла в г. Ключи (16 марта в количестве 1,5 г/м², 4 мая — 250 г/м²).

Среди пепловых выбросов этого периода выделялись облака рыжего оттенка, которые, по-видимому, представляли пыль от обвалов крутых внутренних стенок кратера. К концу года активность вершинного кратера постепенно ослабла. Деятельность вершинного кратера после 6 февраля и до конца 1990 г. можно определить как относительно слабое, растянутое во времени взрывное извержение вулканского типа, возможно, фреатомагматической природы.

В 1991 г. Ключевской вулкан был относительно малоактивен. Деятельность вершинного кратера была аналогична его активности в конце 1990 г. Над кратером поднимались облака пара на высоту 200-500 м, по-видимому, фумарольного происхождения и имели место редкие пепловые выбросы на высоту до 1 км. Частота пепловых выбросов не превышала нескольких выбросов в месяц.

До конца сентября 1992 г. деятельность Ключевского вулкана была аналогична его активности в 1991 г. Над кратером поднимались облака пара фумарольного происхождения на высоту до 200-500 м и происходили очень редкие пепловые выбросы на высоту до 1 км, которые несколько участились в конце сентября.

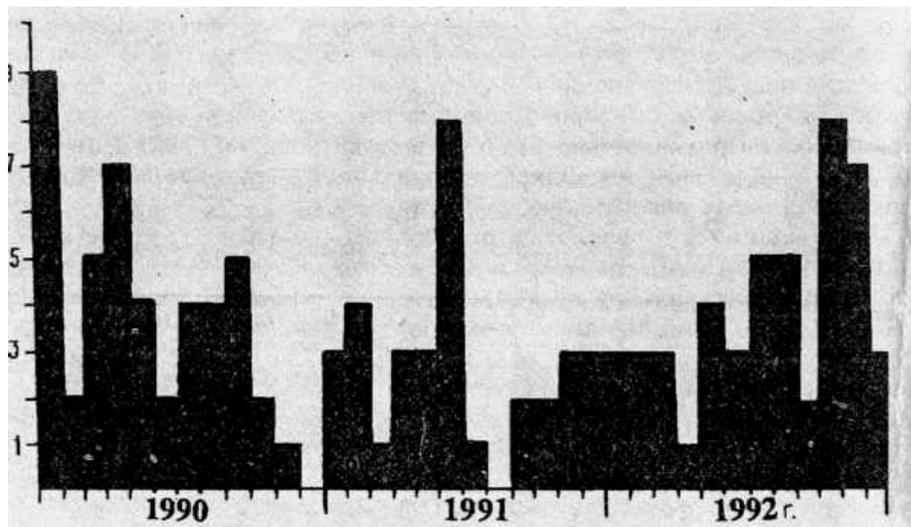


Рис. 3. Распределение количества выбросов на куполе вулкана Шивелуч по месяцам в 1990—1992 гг.

Новое извержение вершинного кратера было замечено в ночь с 12 на 13 октября. Пульсирующая подсветка и отдельные раскаленные бомбы, изредка вылетающие над кромкой кратера, свидетельствовали о том, что там происходит извержение стромболианского типа. Днем над кратером поднимались облака парогазовых выбросов высотой до 1 км. Пепел в выбросах появлялся очень редко и в незначительном количестве. В последний раз подсветка кратера наблюдалась 29 октября, что позволяет сделать вывод о прекращении в кратере стромболианской активности. В дальнейшем до начала декабря над кратером поднимались облака пара и происходили редкие пепловые выбросы высотой до 1 км. Прекращение вулканического дрожания с 8 по 27 декабря и отсутствие признаков извержения позволяют выделить здесь паузу в вулканической активности. 27 декабря возобновилось слабое вулканическое дрожание, а 30 декабря 1992 г. и 2 января 1993 г. наблюдалось пульсирующее свечение над кратером, свидетельствующее о продолжении слабого стромболианского извержения в вершинном кратере.

Вулкан Безымянный. В 1990-1992 гг. характер деятельности вулкана существенно не изменился. В кратере продолжалось формирование экструзивно-эффузивного купола, начавшееся в 1956 г. Формирование купола носило прерывистый характер. Во время активизаций, которые длились от нескольких недель до нескольких месяцев, в верхней части купола возобновлялось медленное выжимание обелисков и вязких лавовых потоков андезитового состава. Этот процесс сопровождался обвалами холодного или раскаленного материала. Лавовые потоки, длина которых не превышала первых сотен метров, и каменные лавины обвалов распространялись преимущественно в восточном секторе купола и его подножия. Эпизодически (обычно 1-3 раза в год) в ходе экструзивно-эффузивного процесса происходили относительно слабые эксплозивные извержения с образованием глыбово-пепловых пирокластических потоков длиной 2—6 км. Эксплозивная активность продолжалась, как правило, 1-2 дня, после чего возобновлялась экструзивно-эффузивная деятельность. Максимальная высота пепловых облаков в ходе эксплозивных эпизодов была 5-10 км. В перерывах между активизациями вулкан находился в состоянии интенсивной фумарольной деятельности. Далее приведены данные о периодах активизации купола за каждый год. Необходимо отметить, что указанные данные неполные в связи с тем, что в 1989 г. была закрыта сейсмостанция «Апахончич» и наблюдения за вулканом стали носить нерегулярный характер.

Газопепловые выбросы на куполе вулкана Шивелуч
в 1990—1992 гг.

Месяц	Общее количество выбросов	Дни месяца	Дата выброса, зафиксированного визуальн
1990			
Январь	9	10, 13, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 29	29(3)
Февраль	2	7, 15	7(2)
Март	5	2, 5, 24, 29, 30	2(3), 5(2), 29(1)
Апрель	7	2, 3, 9, 13, 22, 26, 29	2(0,5), 26(3), 29(1)
Май	4	4, 6, 14, 18	—
Июнь	2	3, 4	—
Июль	4	17, 25, 28, 29	—
Август	4	4, 9, 12, 25	4(5)
Сентябрь	5	1, 15, 17, 20, 21	—
Октябрь	2	9, 14	—
Ноябрь	1	23	—
Декабрь	0	—	—
1991			
Январь	3	14, 22, 26	26(1,5)
Февраль	4	6, 7, 12, 13	7(4)
Март	1	3	—
Апрель	3	8, 12, 25	8(3), 25(2,5)
Май	3	20, 24, 28	28(2)
Июнь	8	3, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 15	3(2), 13(2)
Июль	1	27	27(3)
Август	0	—	—
Сентябрь	2	24, 29	24(5)
Октябрь	2	16, 28	28(1,5)
Ноябрь	3	18, 27, 29	—
Декабрь	3	3, 6, 10	—
1992			
Январь	3	6, 9, 22	—
Февраль	3	12, 16, 19	—
Март	3	10, 29, 31	—
Апрель	1	13	—
Май	4	17, 21, 25, 26	—
Июнь	3	5, 22, 24	—
Июль	5	—	—
Август	5	12, 14, 18, 20, 23	—
Сентябрь	2	21, 28	—
Октябрь	8	4, 12, 15, 18, 20, 22, 28, 30	20(1), 22(1)
Ноябрь	7	2, 15, 16, 17, 18, 20, 26	18(2,5)
Декабрь	3	4, 9, 20	4(1,5)

Примечание. В скобках указана высота визуально зафиксированных выбросов, км.

В конце января 1990 г. появились первые признаки активизации в виде прогретого участка и небольших обвалов в юго-восточной части купола. В середине февраля в верхней части купола стали заметны новые обелиски. 9 марта после серии раскаленных каменных лавин произошло несколько эксплозий, пепловое облако которых поднялось на высоту 2 км. 10 марта наблюдалась самая сильная эксплозия, в результате которой образовались пепловое облако высотой ~10 км и серия пирокластических потоков. Пирокластические потоки сходили по двум желобам на склоне купола: старому северо-восточному, прорезанному пи-рокластическими потоками извержений 1984-1985 гг., и новому юго-восточному, который начал формироваться в ходе этого извержения. Пирокластические потоки глыбово-пеплового типа образовали два рукава протяженностью ~5-6 км. По строению и морфологии пирокластические потоки аналогичны потокам последних лет: мощность потоков 2-3, редко 5 м, фронт крутой, сложен округлыми обломками андезитов диаметром до 1-1,5, редко 2 м, с многочисленными отметинами соударений. Южная ветвь потока содержала большое количество пестроокрашенных обломков резургентного материала купола — результат проработки нового каньона и обвалов на склоне купола. Ярко выраженных бортовых валов у потоков не наблюдалось. Иногда на поверхности потоков встречаются продольные гряды крупных обломков. Отложений пирокластических волн, связанных с потоками, не наблюдалось. Потоки покрыты слоем пепла толщиной 2 см с многочисленными аккреционными лапили диаметром 1-3 мм. Фумаролы на потоке были очень малочисленны, возгоны на них отсутствовали, что свидетельствует о его относительно низкой газонасыщенности.

После эксплозивной фазы извержения произошло медленное выдавливание короткого (~100 м) лавового потока, который спустился на восточный склон купола. В момент наблюдения с вертолета 22 марта исток лавы имел вид субширотной трещины на вершине купола шириной ~30 м и глубиной ~20 м. К этому времени эффузивная деятельность уже прекратилась. В дальнейшем активизация экструзивно-эффузивной деятельности наблюдалась в апреле, июне-октябре и в конце ноября-начале декабря. Активизация 20 августа была наиболее значительной и сопровождалась серией эксплозий с образованием небольшого глыбово-пеплового пирокластического потока. Пепел этих эксплозий выпал в г. Ключи.

Выжимание вязкого лавового потока наблюдалось в ходе редких посещений вулкана в феврале, апреле, июле-августе и ноябре - начале декабря 1991 г. Вероятно, слабая эффузивная деятельность продолжалась с короткими перерывами весь год. 27-29 ноября произошло несколько эксплозий, пепел которых был замечен на снегу охотниками в непосредственной близости от вулкана.

12-13 марта 1992 г. произошло слабое эксплозивное извержение, пепел которого выпал в западном направлении. В пос. Козыревск количество пепла составило 4 г/м². Высота пеплового облака достигала 2 км. После этого происходило непродолжительное выжимание вязкого лавового потока.

Вулкан Шивелуч. В 1990-1992 гг. на вулкане продолжались отдельные редкие газопепловые эксплозии, которые стали наблюдаться начиная с 1984 г. (рис. 3). Все зарегистрированные в описываемый период эксплозии произошли на вершине экструзивного андезитового купола, сформировавшегося в 1980-1981 гг. В отличие от предшествующего периода, эксплозивная деятельность в атрио у подножия купола не наблюдалась. В перерывах между эксплозиями купол находился в состоянии очень слабой фумарольной деятельности. Эксплозии сопровождалась характерным спазматическим вулканическим дрожанием продолжительностью от нескольких минут до нескольких часов. Это позволяло диагностировать эксплозии в те периоды, когда вулкан был закрыт облачностью. Эксплозии происходили внезапно, без видимых предвестников, из кратера неправильной формы размерами ~200 м и глубиной 50 м, вытянутого вдоль северного края плоской вершины купола. Этот кратер был сформирован слиянием и

углублением отдельных воронок, образовавшихся в первые годы эксплозивной активности. Каждая эксплозия представляла собой мощный и достаточно продолжительный (до десятков минут) выброс обломочного материала размерностью от тонкого пепла до крупных блоков. Часть выброшенного материала, преимущественно крупнообломочного, выпадала вблизи кратера, иногда образуя лавины или небольшие глыбово-пепловые потоки на склонах купола. Наиболее крупные потоки, образовавшиеся при взрыве 4 августа 1990 г., имели протяженность до 2 км. В результате выброса образовывалось эруптивное облако высотой 1-5 км, из которого в направлении ветра выпадала узкая полоса пепла. Пепел сложен остроугольными обломками раскристаллизованного андезита, плотного или с мелкими и редкими породами. Часть зерен интенсивно окислена. Вид частиц позволяет сделать вывод, что это резургентный пепел, образованный в результате дробления материала купола 1980-1981 гг. Характеристика деятельности вулкана по годам суммирована в таблице.

Выводы. В 1990-1992 гг. вулканы Северной группы (Шивелуч, Ключевской и Безымянный) находились в состоянии высокой, почти непрерывной активности. Наиболее ярким событием в рассматриваемый период было извержение вулкана Ключевской в январе -феврале 1990 г., которое можно классифицировать как пароксизмальное. По характеру эксплозивной деятельности оно соответствует субплинианскому — ультравулканскому и сходно с сильными эксплозивными извержениями вулкана в 1945 и 1987 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Действующие вулканы Камчатки. М.: Наука, 1991. Т. 1.
2. *Ермаков В. А.* Формационное расчленение четвертичных вулканических пород. М.: Недра, 1977. 223 с.
3. *Жаринов Н. А., Горельчик В. И., Белоусов А. Б. и др.* Извержения и сейсмический режим Северной группы вулканов в 1986—1987 гг.//Вулканология и сейсмология. 1990. № 3. С. 3-20.
4. *Жаринов Н. А., Горельчик В. И., Жданова Е. Ю. и др.* Извержения Северной группы вулканов в 1988—1989 гг., сейсмологические и геологические данные//Вулканология и сейсмология. 1991. № 6. С. 3-33.
5. *Жаринов Н. А., Жданова Е. Ю., Белоусов А. Б. и др.* Активность Северной группы вулканов Камчатки в 1985 г.//Вулканология и сейсмология. 1988. № 3. С. 3-12.
6. *Пийп Б. И.* Ключевская сопка и ее извержения в 1944—1945 гг. и в прошлом//Тр. Лаб. Вулканологии АН СССР. 1956. Вып. 11. 309 с.

Институт вулканической геологии и геохимии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский