

УДК 551.21

ЖАРИНОВ Н. А., ЖДАНОВА Е. Ю., БЕЛОУСОВ А. Б., БЕЛОУСОВА М. Г.,
ИВАНОВ А. П., МАЛЫШЕВ А. И., ХАНЗУТИН В. П.

АКТИВНОСТЬ СЕВЕРНОЙ ГРУППЫ ВУЛКАНОВ КАМЧАТКИ В 1985 г.

ACTIVITY OF THE NORTHERN GROUP OF KAMCHATKA VOLCANOES IN 1985, by Zhariyov N. A., Zhdanova E. Yu., Belousov A. B., Belousova M. G., Ivanov A. P., Malyshev A. I., and Khanzutin V. Y. In 1985, a high level of activity was observed at three volcanoes of the Northern group. This paper offers a description of Klyuchevskoi, Bezmyanni and Shiveluch eruptions. Data are presented on seismicity and deformation of the earth's surface related to the intensified period of Klyuchevskoi activity. Heat capacity of eruptive plumes has been determined.

(Received September 1, 1986)

Institute of Volcanology, Far East Division, USSR Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatskii, 683006, USSR

В Северную группу входят пять действующих вулканов: Ключевской, Безымянный, Шивелуч, Плоский Толбачик и Ушковский. В 1985 г. происходили извержения первых трех из них. Описание деятельности вулканов Северной группы дано в порядке их расположения с севера на юг.

Шивелуч — самый северный действующий вулкан Камчатки. Для него характерно образование экструзивных куполов с последующим их разрушением в ходе сильных эксплозивных извержений. Последнее извержение такого типа произошло 12 ноября 1964 г. [2]. Период с 1964 по 1980 гг. характеризовался только фумарольной деятельностью. В 1980—1981 гг. в кратере вулкана начал формироваться экструзивный купол андезитового состава. Наибольший прирост объема купола наблюдался с конца августа по ноябрь 1980 г. В это время расход материала был близок $0,15—0,20 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{сут}$ [6, 15]. Рост купола прекратился в конце 1981 г. Купол достиг высоты 180 м и объема $0,02 \text{ км}^3$. С 1981 по 1984 гг. на куполе отмечалась только фумарольная деятельность. Новая стадия активности началась в 1984 г., когда на куполе и у его подножия стали происходить одиночные газопепловые эксплозии [13].

В 1985 г. характер активности вулкана Шивелуч не изменился, наблюдалась постоянная слабая или умеренная фумарольная деятельность, на фоне которой отмечались единичные газопепловые выбросы. Эксплозии происходили на экструзивном куполе или у его подножия. Высота эруптивных колонн составляла 4 км.

Первый выброс в 1985 г. наблюдался 26 мая в 10 час. Высота эруптивного облака была близка к 3 км. 27 мая в районе сочленения восточного склона экструзивного купола со стенкой кратера было замечено два мощных выхода белого пара. Утром 31 мая в 11 час. характер активности изменился — высота подъема газопеплового облака возросла до 350 м. Истечение газопепловых струй происходило из двух округлых воронок, находящихся на расстоянии 50 м одна от другой и имеющих диаметр 7—8 м. Вокруг каждой воронки были насыпаны валы тонкого

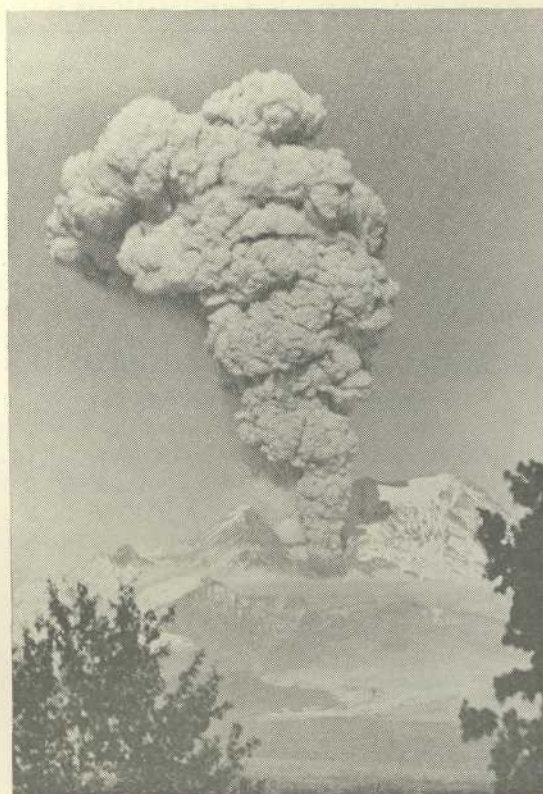


Рис. 1. Газопепловый выброс на вулкане Шивелуч 19 сентября 1985 г. Вид с юга из г. Ключи. Фото А. Ю. Озерова

светло-серого пепла андезитового состава; 1 июня деятельность воронок прекратилась.

Второй взрыв наблюдался 8 августа в 13 час. 43 мин. Высота подъема газопеплового облака достигла 3 км. 19 сентября в 16 час. 50 мин произошел третий в 1985 г. газопепловый выброс. Высота облака достигала 4 км (рис. 1). Истечение газопепловой струи 19 сентября сопровождалось непрерывным вулканическим дрожанием и продолжалось ~30 мин.

Четвертый, последний в 1985 г., выброс с высотой газопепловой колонны до 1 км был зарегистрирован 25 октября. Продукты взрывов представлены вулканическими песками и пеплами, которые образовались в результате дробления закристаллизованного материала купола.

В результате этой активности на экструзивном куполе и у его подножия образовалось несколько взрывных воронок, окруженных валами выброшенного материала.

Ключевской вулкан, один из активнейших базальтовых вулканов Камчатки и мира, его возраст ~7 тыс. лет, высота его меняется во время извержений и близка 4750 м. Характерной особенностью эруптивной деятельности Ключевского вулкана являются латеральные (побочные) извержения и, в среднем 1 раз в пять лет, терминальные (вершинные) извержения. С 1983 г. вершинный кратер Ключевского вулкана находится в активном состоянии [13, 14].

28 января 1985 г. закончилось взрывно-эффузивное терминальное извержение, которое продолжалось с апреля 1984 г. Описание изверже-

ния дано в работе [13]. После этого до 20 мая вулкан находился в состоянии слабой, постепенно затухающей фумарольной деятельности. С 21 мая до середины августа вулкан был спокоен. 16 августа во время аэровизуального облета были отмечены фумарольные столбы над вершинным кратером. Начиная с этого времени активность вулкана постепенно нарастала. 18 августа со стороны вулкана стал доноситься непрерывный гул взрывов. Частота взрывов по барограмме с/ст Апахончич (расстояние от вершинного кратера 13 км) достигала 40 в 1 мин. При этом над кратером наблюдались очень слабые парогазовые выбросы высотой до 100—150 м. С 23 августа отмечались выбросы вулканического газа в форме колец. Такой режим активности продолжался до 13 сентября.

13 сентября наблюдателями на с/ст Апахончич были отмечены выбросы раскаленных бомб на высоту до 50 м, высота парогазовых выбросов увеличилась до 200—300 м. 22 октября произошло дальнейшее усиление эксплозивной деятельности. Высота парогазовых выбросов возросла до 1,5—2,0 км. Из двух бокк выбрасывались вулканические бомбы на высоту — 100 м. По типу деятельности этот период извержения можно отнести к стромболианскому.

5 ноября характер извержения изменился. По Козыревскому желобу начал изливаться лавовый поток. Его длина достигла 700 м. С 10 ноября лавовые потоки изливались по Крестовскому желобу и с 23 ноября — по Апахончичскому; потоки спустились до абсолютной отметки 3000 м. (рис. 2, в).

В ноябре излияние лавы происходило на фоне интенсивной эксплозивной деятельности. Высота газопепловой колонны в среднем составляла 2,5—3,0 км, а высота выброса бомб — 250 м. Отличительной чертой этого периода является появление сильно нагруженных пеплом выбросов, достигавших высоты 1 км. Максимальная высота подъема газопепловой колонны (3,5 км над кромкой кратера) отмечена 19 ноября. Высота выбросов раскаленных бомб достигала 500 м.

Утром 2 декабря в Крестовском желобе произошла серия мощных фреатических взрывов, явившихся результатом взаимодействия лавового потока и ледника. Деятельность вершинного кратера 2 декабря проявлялась в частых парогазовых выбросах высотой ~2,5 км над кромкой кратера, в Крестовский желоб продолжала поступать лава. В 8 час. 35 мин. на фронте лавового потока, на высоте 3100 м, появилось облако белого пара. После этого выше по склону последовала серия взрывов, и образовалось газопепловое облако, которое быстро поднялось на абсолютную высоту 9,6 км и приобрело форму линии (рис. 3). В облаке фреатических взрывов отмечены вертикальные молнии длиной ~3 км. Всего зарегистрировано шесть таких разрядов.

Распространение и размеры газопепловой тучи были определены с помощью локатора зональной гидрометеорологической обсерватории. Максимальная абсолютная высота тучи достигала 9,6 км, а максимальные размеры через 2 ч составляли 45X 15 км. На рис. 4 показаны сечения тучи на различных высотах. С помощью локатора было определено местоположение взрыва (см. рис. 4). Тропопауза 2 декабря располагалась на высоте 7,8 км, поэтому часть материала попала в стратосферу, и облако стало быстро растекаться по горизонтали. Наибольшая часть газопепловой тучи распространилась в северо-западном направлении. Некоторая часть из-за низового ветра ушла на северо-восток и восток. Вес выпавшего пепла в районе с/ст Апахончич составил 45 г/м^2 , в районе с/ст Подкова — 20 г/м^2 .

После взрывов нижняя часть Крестовского желоба существенно не изменилась. Здесь образовался небольшой конус выноса грязевого потока-лаха. Далее поток прошел вдоль ледника Эрмана, затем по руслу р. Крутенькой. Длина потока была >30 км. Лахар оставил на своем пути слой отложений из несортированных обломков свежих и ста-

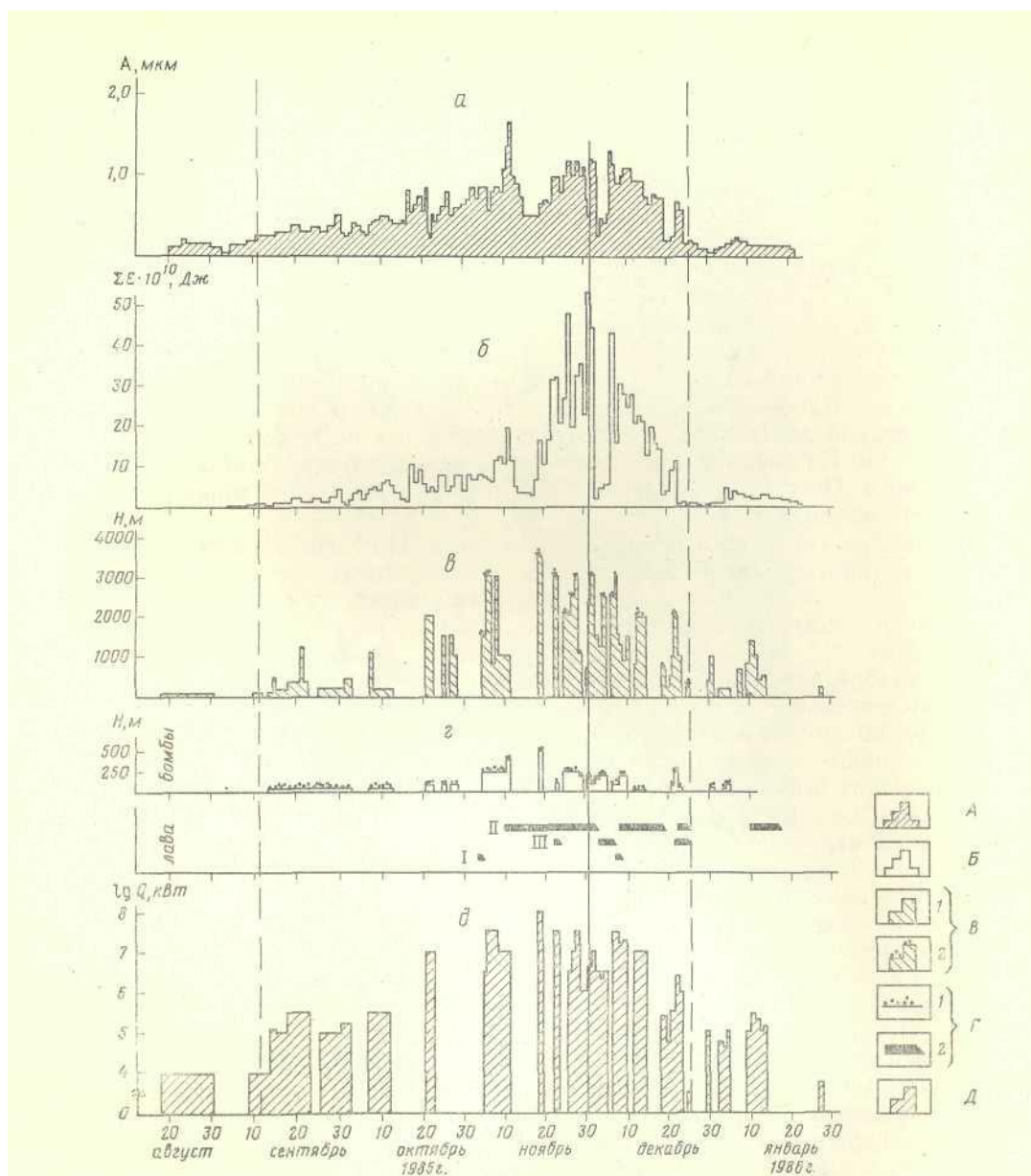


Рис. 2. Характеристики вершинного извержения Ключевского вулкана от 18 августа 1985 г. до 21 января 1986 г. *a* — ход средней амплитуды вулканического дрожания (ВД), по данным с/ст Апахончич; *б* — изменение энергии ВД во время извержения; *в* — изменение высоты парогазовых (1) и газопепловых (2) выбросов во время извержения; *г* — изменение высоты выбросов вулканических бомб (1) и продолжительность излияния лавовых потоков (2) по Козыревскому [I], Крестовскому [II] и Апахончичскому [III] желобам; *д* — изменение тепловой мощности эруптивных выбросов во время извержения

рых базальтов мощностью ~ 1 м. Среди отложений лахара присутствовало большое количество крупных глыб льда, насыщенного пирокластикой. После 2 декабря начался постепенный спад эксплозивной деятельности вершинного кратера. Высота эруптивной колонны не превышала 1,5—2,0 км. Эффузивная деятельность продолжалась на том же уровне, лава изливалась в Апахончичский и Крестовский желоба. Ослабление извержения наблюдалось 20—21 декабря, когда выбросы раскаленных бомб и излияние лавы прекратились, происходили только отдельные на-



Рис. 3. Фреатический взрыв в Крестовском желобе Ключевского вулкана 2 декабря 1985 г. Вид с севера из г. Ключи. Фото Белоусова А. Б.

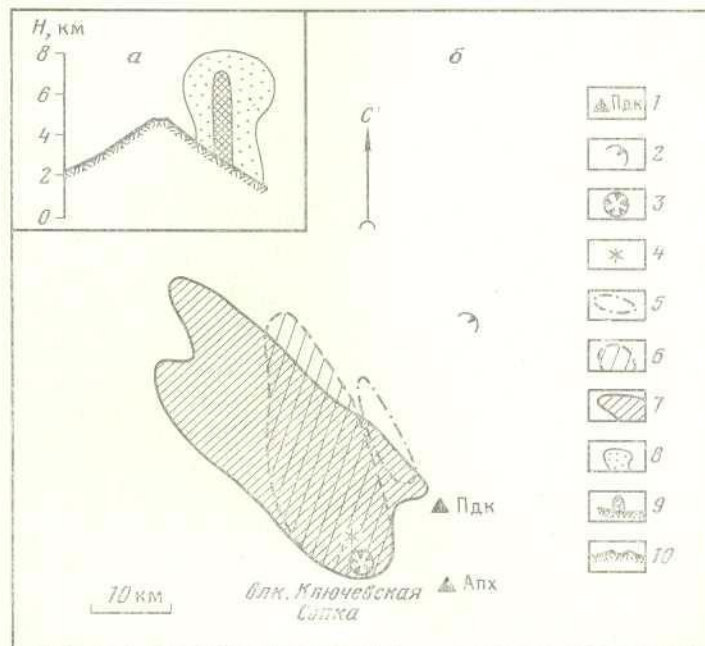


Рис. 4. Изображение на экране локатора вертикального (а) и горизонтальных (б) сечений облака фреатического взрыва в Крестовском желобе Ключевского вулкана 2 декабря 1985 г. 1 — сеймостанция; 2 — локатор; 3 — вершина в. Ключевской; 4 — эпицентр взрыва; 5—7 сечения облака взрыва при углах возвышения антенны локатора 16,7°, 10° и 6,5° соответственно; 8, 9 — периферийная и центральная части облака взрыва; 10 — Ключевской вулкан

груженные пеплом выбросы на высоту до 600 м. С 22 по 26 декабря отмечалось усиление эксплозивно-эффузивной деятельности: высота газопепловых выбросов возросла до 2,0 км, раскаленной пирокластики — до 250 м. В Апахончичский и Крестовский желобы излились лавовые потоки длиной 1,0 и 1,3 км соответственно.

С 26 по 31 декабря отмечен резкий спад интенсивности извержения, прекращение эксплозий и излияния лавы. С 1 по 10 января 1986 г. вновь возобновилась эксплозивная деятельность, выбросы раскаленных бомб достигали высоты **100** м над кромкой кратера. После 11 января в Крестовском желобе наблюдались последние лавовые потоки, которые спустились до отметки 3100 м. Эксплозивная деятельность на последнем этапе извержения была слабой: высота парогазовых выбросов составляла 500—600 м, раскаленных бомб — не выше 50 м. 21 января извержение закончилось.

В ходе извержения можно выделить пять этапов (по терминологии В. И. Влодавца) [3]: I этап — парогазовые выбросы (16.VIII—13.IX); II этап — эксплозивный (14.IX—4.XI); III этап — эксплозивно-эффузивный (5.XI—26.XII); IV этап — эксплозивный (1—10.1.1986); V этап — эффузивный (11—21.1.1986). Отдельные этапы разделяются по появлению регулярных выбросов раскаленных бомб, по началу излияния лавовых потоков или по преобладанию эффузивной деятельности над эксплозивной.

Извержение сопровождалось сейсмической активностью (см. рис. 2, а, б). На I этапе регистрировалось вулканическое дрожание (ВД) с амплитудой 0,10—0,25 мкм, $T = 0,4$ с. На II этапе средняя амплитуда ВД возросла до 0,85 мкм при $T_{ср} = 0,5$ с. Максимальная амплитуда отмечена 2 ноября — 2,4 мкм. Рост интенсивности извержения на III эксплозивно-эффузивном этапе отразился в изменении средней амплитуды ВД в отдельные дни от 0,85 до 1,7 мкм (12.XI) при $T_{ср} = 0,7$ с. Максимальное значение амплитуды ВД (3,6 мкм) зарегистрировано 12 ноября и 2 декабря. При ослаблении эруптивной деятельности в конце III этапа ВД уменьшилось до 0,2 мкм. На IV и V этапах извержения амплитуда ВД изменилась в пределах 0,1—0,2 мкм при среднем периоде 0,7 с.

Во время извержения в условиях видимости производились регулярные определения высоты подъема эруптивной колонны. По методике, изложенной в работе [11], определена тепловая мощность извержения, ход изменения которой представлен на рис. 2, д. Характерно, что каждый этап извержения имел определенный уровень тепловой мощности. Первому этапу соответствует тепловая мощность 10^4 кВт. При переходе к эксплозивному этапу II она увеличивается сначала до величин 10^5 кВт, затем — до 10^6 — 10^8 кВт. Максимальная мощность наблюдалась на III этапе— 10^7 — 10^8 кВт. На заключительных этапах извержения тепловая мощность снизилась до 10^5 кВт. Тепловая энергия эруптивной колонны за весь период извержения оценивается в $1,5 \cdot 10^{15}$ Дж. Корреляция ВД и тепловой мощности свидетельствует о связи ВД и эксплозивной деятельности (рис. 2, а, д).

Рост шлакового конуса в вершинном кратере Ключевского вулкана начался во время извержения 1984 г. С сентября 1984 г. выполнялись определения высоты конуса над кромкой кратера тригонометрическим нивелированием из г. Ключи. Точность определения высоты ± 2 м. Изменение морфологии и высоты шлакового конуса показано на рис. 5 на три даты нивелирования. К 16 мая 1986 г. высота конуса была —130 м (см. рис. 5).

С 1979 г. на северном склоне вулкана вдоль радиального профиля ведется высокоточное геодезическое нивелирование и измерение длин линий в центральной системе с центром, расположенным в 13 км от кратера [7]. За время наблюдений регистрировалось поднятие склона вулкана перед побочным и вершинным извержениями в 1983 г., перед вершинными извержениями в 1984—1985 гг. и опускание склона после извержений. В 1985 г. максимальная величина поднятия достигала 8 см на расстоянии 10 км от кратера.

Общая тенденция, наблюдаемая во времени в изменениях длин линий в центральной системе — сжатие по всем линиям. Перед извержением и

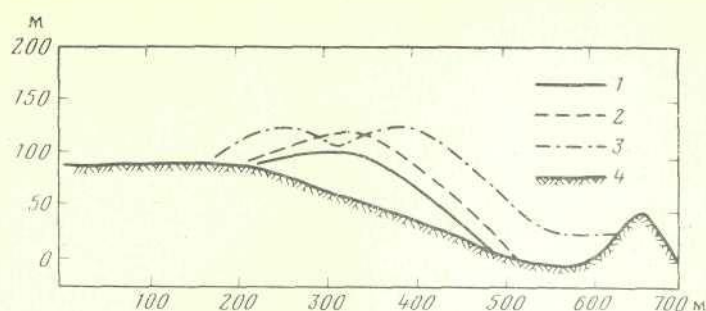


Рис. 5. Профиль шлакового конуса и кромки кратера Ключевского вулкана по линии восток—запад, по данным тригонометрического нивелирования из г. Ключи. Наблюдения выполнены: 1 — 5.II.1984; 2 — 18.III.1985; 3 — 16.V.1986; 4 — кромка кратера

во время него происходит растяжение. За период с сентября 1984 г. по апрель 1985 г. по субрадиальным линиям наблюдалось растяжение с максимальным увеличением длины 16 см на базе 6,6 км.

Продукты вершинного извержения 1985 г. относятся к известково-щелочным высокоглиноземистым субафировым базальтам (табл. 1) с редкими вкрапленниками оливина, клино- и ортопироксена. Пеплы этого извержения являются обычными для вершинных извержений Ключевского вулкана [5, 9].

Объем изверженного материала будет известен после стереофотограмметрической обработки аэрофотоснимков.

Вулкан Безымянный. После катастрофического извержения 1956 г. во вновь образованном кратере размером 1,3x2,8 км стал формироваться экструзивный андезитовый купол Новый [4].

Этот процесс сопровождался эксплозивными извержениями с образованием пирокластических потоков. С 1977 г. во время извержений наряду с образованием пирокластических потоков происходит излияние вязкой лавы.

После прекращения извержения осенью 1984 г. [12] вулкан находился в состоянии слабой фумарольной деятельности, обычной для межэруптивных периодов. В 1985 г. произошло два извержения: в июне — июле и в октябре — декабре. В ходе летнего извержения можно выделить три этапа. На I этапе (12—28.VI) наблюдалось выжимание блока в восточной части купола Новый и образование каменных лавин (рис. 6).

Следует заметить, что выжимание блоков и последующее их разрушение является предвестником эксплозивного этапа извержения [10]. Начиная с 29 июня по 2 июля отмечается II эксплозивный этап извержения. Он характеризуется частичным разрушением купола Новый [1] и образованием пирокластических потоков. Первый поток был отмечен вечером 29 июня. Его длина составила ~5 км. После суточного перерыва

Химический состав образца лавы Ключевского вулкана (извержение 1985 г.)

Оксиды	КЛ-85-86	Оксиды	КЛ-85-86	Оксиды	КЛ-85-86
SiO ₂	53,44	MnO	0,17	P ₂ O ₅	0,19
TiO ₂	1,14	MgO	5,07	H ₂ O ⁻	0,03
Al ₂ O ₃	18,15	CaO	8,16	H ₂ O ⁺	—
Fe ₂ O ₃	2,61	Na ₂ O	3,38		
FeO	5,96	K ₂ O	1,20	Сумма	99,50

Примечание. Аналитик А. И. Округина.



Рис. 6. Купол Новый вулкана Безымянный до эксплозивного этапа извержения в июне 1985 г. с востока. Фото А. Б. Белоусова

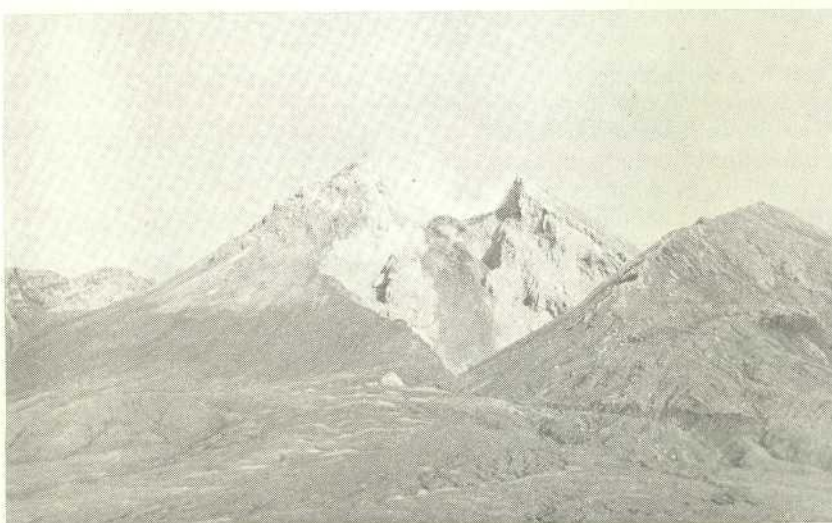


Рис. 7. Вулкан Безымянный после эксплозивного этапа извержения. Вид с востока. Фото А. Б. Белоусова

извержение продолжилось. В ночь с 30 июня на 1 июля наблюдалось формирование нескольких пирокластических потоков длиной до 12,5 км. Извержение сопровождалось сильным гулом, похожим на работу реактивного двигателя. Первого июля активность снизилась; утром второго июля отмечен последний пирокластический поток.

В результате извержения на вершине купола образовался кратер диаметром 400 м и глубиной до 250 м, открытый на восток (рис. 7). У восточного подножия вулкана сформировался покров пирокластических отложений, представленный песком направленного взрыва и отложениями пирокластических потоков. Отложения были выделены по ряду характерных признаков: распространение по площади независимо от рельефа, постепенное убывание мощности по направлению от вулкана (от 2 м до 1 мм) и зернистости (от гравия до тонкого песка), наличие параллельной и косой слоистости.

Таблица 2

Распространение и объемы отложений взрывного этапа извержения вулкана Безымянный в 1985 г.

Тип отложений	Максимальное распространение от вулкана, км	Площадь, км ²	Объем, км ³
Отложения пеплоглибового потока, включающие материал обвала	7—8	4,0	0,012
Песок направленного взрыва	6	7,0	0,001
Отложения пирокластических потоков	12,5	10,5	0,025

Отложения пирокластических потоков представлены несортированной смесью глыб андезита и мелкого заполнителя. Размеры глыб составляют обычно 3—5 м. Мощность отложений колеблется от 1 до 3—4 м.

Из особенностей пирокластических потоков могут быть отмечены их большая подвижность и горящий газ над поверхностью одного из потоков, что, возможно, связано с высокой газонасыщенностью ювенильных андезитов и присутствием ювенильного водорода в газах извержения [8].

Во время извержения наблюдалось выпадение аккреционных лапиллей, имевших вид шариков диаметром 4—6 мм. Лапилли были сложены серовато-розовым алевропелитом. Многие из них на срезе обнаруживали гонкую концентрическую слоистость.

К концу взрывного этапа извержения из открывшегося жерла началось излияние лавового потока, продолжавшееся со 2 по 14 июля.

На III этапе извержения (31 июля — 8 сентября) взрывная деятельность вулкана прекратилась, происходило медленное излияние вязкого лавового потока в область абразивно-вулканической впадины, образовавшейся на восточном склоне купола.

Летнее извержение 1985 г. во время взрывного этапа сопровождалось непрерывным спазматическим вулканическим дрожанием. ВД представляло собой суперпозицию сейсмических колебаний с основными периодами $T = 0,1—0,2$ с и $T = 0,5—0,7$ с, период увеличивался максимумом до 0,8—1,0 с при сохранении непрерывного фона с амплитудой 3,1 мкм и $T = 0,1—0,2$ с. Усиление и ослабление эруптивной деятельности нашло отражение на записях ВД. Появлению первого пирокластического потока сопутствует ВД с амплитудой $A = 4,5$ мкм при $T = 1,0$ с. Очевидные спазмы ВД были зарегистрированы 30 июня в 1 час. 30 мин. при $A = 1,45$ мкм и $T = 0,8$ с; в 20 час. 08 мин. при $A = 21,6$ мкм и $T = 0,9$ с. 1 июля ВД наблюдалось с 1 час. 25 мин. до 2 час. 14 мин. при $A = 12,4$ мкм, $T = 0,7$ с и с 3 час. 10 мин. при $A = 18,2$ мкм, $T = 0,8$ с. В остальное время суток 29 июня и 1 июля регистрировались отдельные землетрясения с $S—P = 4—6$ с. Максимальной взрывной деятельности соответствует непрерывно-спазматическое ВД с наибольшими амплитудами. Максимальная мощность ВД составила $1,8 \cdot 10^8$ Вт.

В октябре вулкан активизировался вновь. С 15 октября в восточном лекторе купола отмечалось появление обвальных каменных лавин. К 5 ноября частота формирования лавин достигла 1—2 в 1 мин, с 7 ноября возобновилась эффузивная деятельность вулкана, Лавовый поток «ливался» до 14 декабря 1985 г.

Продукты взрывного этапа извержения (29.VI—2.VII) относятся к двупироксеновым андезитам с редкими включениями роговой обманки. Объем и площади распространения продуктов взрывного этапа извержения приведены в табл. 2.

Выводы

В 1985 г. продолжали оставаться активными три вулкана Северной группы: Шивелуч, Ключевской и Безымянный.

1. На вулкане Шивелуч, также как и в 1984 г., наблюдались отдельные газопепловые выбросы, свидетельствующие о продолжающейся активизации эксплозивной деятельности экструзивного купола.

2. Извержение Ключевского вулкана по ряду характерных признаков (извержение из отдельных бокк на дне кратера, стромболианская эксплозивно-эффузивная деятельность) можно отнести к умеренным межпароксизмальным извержениям.

3. Извержение вулкана Безымянный в 1985 г. по объему и распространению отложений относится к самым сильным после катастрофического извержения вулкана 30 марта 1956 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алидибиров М. А., Белоусов А. Б., Кравченко Н. М. Фаза направленного взрыва в извержении вулкана Безымянный в 1985 г.: идентификация и параметры//Вулканология и сейсмология. 1987. № 5. С. 81—89.
2. Богоявленская Г. Е., Брайцева О. А., Мелекесцев И. В. и др. Катастрофические извержения типа направленных взрывов на вулканах Сент-Хеленс, Безымянный, Шивелуч//Вулканология и сейсмология. 1985. № 2. С. 3—27.
3. Влодавец В. И. Справочник по вулканологии. М.: Наука, 1984. 339 с.
4. Горшков Г. С., Богоявленская Г. Е. Вулкан Безымянный и особенности его последнего извержения (1955—1963 гг.). М.: Наука, 1965. 170 с.
5. Гуценко И. И. Пеплы Северной Камчатки и условия их образования. М.: Наука, 1977. 144 с.
6. Двигало В. Н. Рост купола в кратере вулкана Шивелуч в 1980—81 гг. по фотограмметрическим данным//Вулканология и сейсмология. 1984. № 2. С. 104—110.
7. Жаринов Н. А., Еремеев Н. Н. Деформации земной поверхности Ключевского вулкана, предвалявшие и сопровождавшие извержение Предсказанное в 1983 г.//Вулканология и сейсмология. 1985. № 1. С. 88—97.
8. Меняйлов И. А., Никитина Л. П., Шапарь В. Н. Химический состав и изотопные отношения H_2O газов пирокластических потоков извержения вулкана Безымянный в июле 1985 года//Вулканология и сейсмология. 1987. № 4. С. 40—49.
9. Пийп Б. И. Ключевская сопка и ее извержения в 1944—45 гг. и в прошлом. М.: Изд-во АН СССР. 1956. 312 с.
10. Селезнев Б. В., Двигало В. П., Гусев И. А. Развитие вулкана Безымянный по данным обработки материалов аэрофотосъемок 1950—1981 гг.//Вулканология и сейсмология. 1983. № 1. С. 52—65.
11. Федотов С. А. Оценка выноса тепла и пирокластики вулканическими извержениями и фумаролами по высоте их струй и облаков//Вулканология и сейсмология. 1985. № 4. С. 3—28.
12. Федотов С. А., Иванов В. В., Гуценко И. И. и др. Вулканическая деятельность в Курило-Камчатской зоне в 1980—84 гг.//Вулканология и сейсмология. 1986. Л^о 2. С. 3—21.
13. Федотов С. А., Иванов В. В., Двигало В. Н. и др. Деятельность вулканов Камчатки и Курильских островов в 1984 г.//Вулканология и сейсмология. 1985. № 5. С. 3—23.
14. Хренов А. П., Озеров А. Ю., Литасов И. Е. и др. Побочное извержение Ключевского вулкана (прорыв Предсказанный, 1983 г.)//Вулканология и сейсмология. 1985. № 1. С. 3—20.
15. Zharinov N. A., Skuridin Yu. F. On the Growth of the Extrusive Domes of Kamchatka Volcanoes Bezmyaniy and Sheveluch after Results of the Phototopographic Survey. Reykjavik, Iceland, August 15—22, Symposium//Generation of Major Basalt. 1982.