

И. Т. КИРСАНОВ, Б. Ф. СТУДЕНИКИН, А. М. РОЖКОВ,
А. М. ЧИРКОВ, Т. П. КИРСАНОВА, И. А. МАРКОВ

НОВЫЙ ЭТАП ИЗВЕРЖЕНИЯ ВУЛКАНА БЕЗЫМЯННОГО

В начале 1969 г. в. Безымянный продолжал находиться в стадии чисто экструзивного извержения. Судя по характеру сейсмической активности, примерно до марта месяца поступление лавового материала происходило постоянно. Значительно увеличился купол Наутилус и занял почти 2/3 вершины основной внутрикратерной экструзии — купола Нового (рис. 1). Выжимание пластичной андезитовой лавы происходило без взрывов и сопровождалось постоянным вулканическим дрожанием с редкими землетрясениями.

В марте — апреле сейсмический режим заметно изменился. На сейсмостанции Апахончич зарегистрировано большое количество землетрясений, а вулканическое дрожание приобрело непрерывно-спазматический характер.

При облете вулкана в конце апреля было обнаружено, что активный центр извержения переместился в южную и юго-восточную часть купола Нового и характер его принял несколько иную форму. На вершине и в верхней части юго-восточной шарры открылись многочисленные зияющие трещины, появились довольно широкие провалы, к которым приурочивались активные фумаролы. Наиболее интенсивное выделение газов отмечалось в местах проседания измененных пород. Фумарольная деятельность этого периода перемежалась с выбросами очень небольшого количества пепла, распространение которого не выходило за пределы купола. Взрывы и, по-видимому, землетрясения (до 15 в месяц) вызывали обильные камнепады. Происходило разрушение северо-восточной, уже застывшей части купола Наутилус, а также юго-восточной части купола Нового. Обломочный материал — скапливался на склонах куполов и у их подножия.

В июне рост купола Наутилус полностью прекратился. Большая часть его поверхности покрылась снегом, северо-восточная — значительно разрушилась, а его юго-восточный висячий бок и южная площадка (бывший пункт наблюдения) оказались наполовину засыпанными крупноглыбовым материалом, который скатывался с вновь выжимающегося жесткого блока андезитов. Последний располагался в южной наиболее раздробленной части купола Нового и представлял собой хаотическое нагромождение крупных глыб. Высота его достигала примерно 30—40 м. На вершине возвышались два иглообразных обелиска высотой до 7—10 м. Почти весь свежий обломочный материал был нагрет до 500—600°. Над вершиной наблюдалось плотное марево. С северо-востока экструзивный блок ограничивался рытвиной (шириной до 50—60 м) глубиной до 40 м, с юго-запада — зияющей трещиной шириной 10—15 м и глубиной до 50 м. На склоне купола эта трещина переходила в значительно расширившуюся и углубившуюся шарру. Ко дну и бортам этих нарушений приурочивались наиболее активные фумаролы. Температура газов на

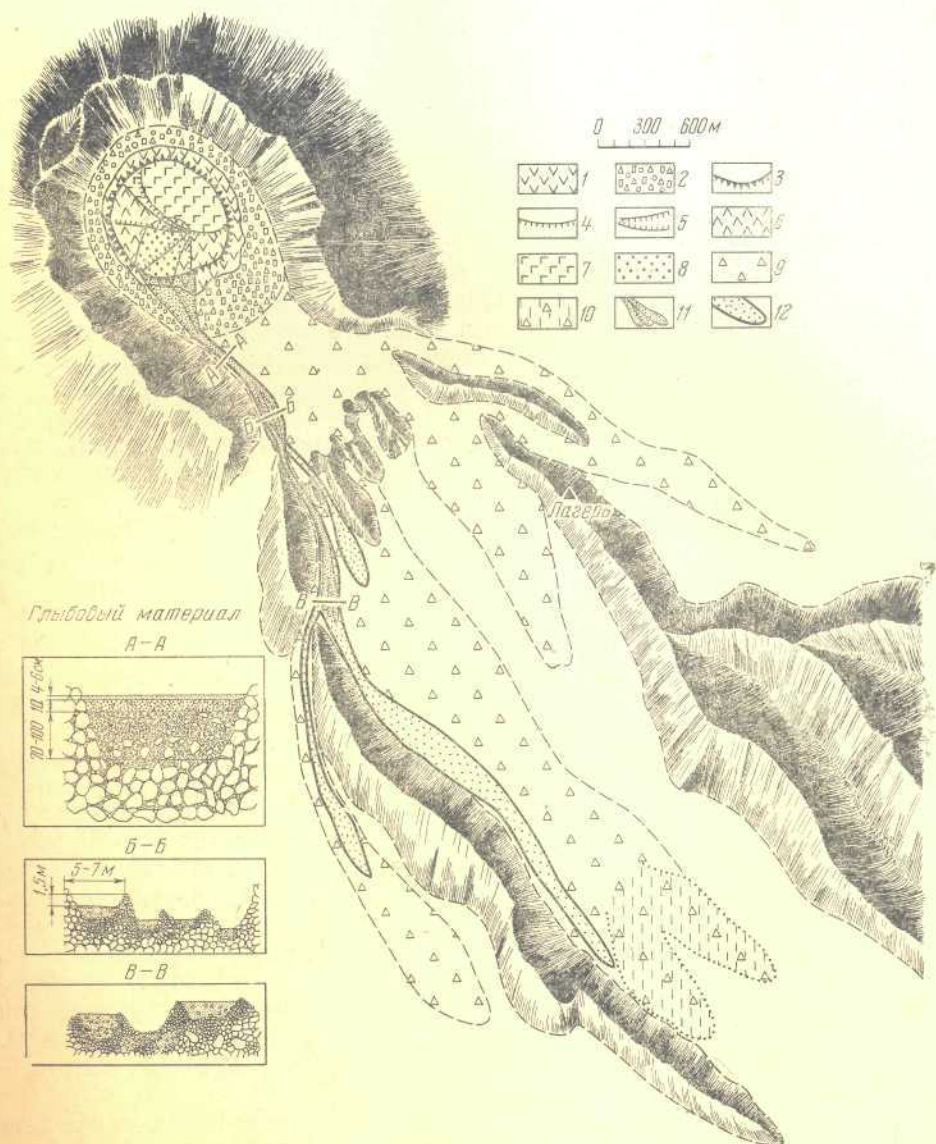


Рис. 1. Схема расположения экструзии Октябрь на вершине купола Нового и агломератовых потоков октябрьского пароксизма

Купол Новый: 1 — экструзивная часть; 2 — обломочный чехол; 3 — граница вершины, 4 — основные нарушения, пересекающие тело купола, 5 — юго-восточная шарра и желоб; 6 — экструзия Чинь-Чинь извержения 1966 г.; 7 — экструзия Наutilus извержения 1967—1969 гг.; 8 — экструзия Октябрь извержения 1969 г.; 9 — пирокластический поток 1965 г.; 10 — грязевый поток 1965 г.; 11 — агломератовый поток, образовавшийся 8—12 октября 1969 г.; 12 — агломератовый поток, образовавшийся 24—25 октября 1969 г.; линии разрезов через поток 8—12 октября (А — А, Б — Б, В — В)

бортю северо-восточной рывтины достигала 470—500°. Крупные фумаролы с температурой газов 135—150° наблюдались в восточной части вершины купола Нового. В трещине, ограничивающей экструзию с юго-запада, периодически происходили слабые взрывы, которые сопровождались обвалами и скатыванием каменных лавин по юго-восточной шарре.

Сейсмическая активность в этот период проявлялась слабо. Всего было зарегистрировано в мае 4, в июне 9 землетрясений и несколько коротких периодов вулканического дрожания спазматического характера.

В июле — сентябре и особенно в октябре извержение вулкана заметно активизировалось и приобрело смешанный эксплозивно-экструзивный характер. Операторами полевых сейсмостанций, расположенных в 18, 10 км и непосредственно у подножия вулкана, стали отмечаться вначале 5—8, а затем 20 и больше взрывов в день. С 8 октября интервал между ними сократился до 1,5—3 час, причем во второй половине дня интенсивность взрывов обычно возрастала. Взрывы сопровождались выбросом небольшого количества пепла, который вместе с газами поднимался на высоту от 100 до 300 м и изредка выпадал за пределами вулкана. Основная часть обломочного материала скатывалась по юго-восточному склону в виде пеплово-каменных лавин.

11 октября при облете вулкана было отмечено, что вновь формирующаяся экструзия Октябрь заняла почти всю южную и юго-восточную часть вершины купола Нового и состояла из двух блоков, разделенных глубоким рвом, который на склоне переходил в юго-восточную шарру. Южный блок был представлен жесткими монолитами, юго-восточный с поверхности был полностью закрыт хаотическим нагромождением крупных глыб. Высота экструзии в целом уже достигала высоты купола Наутилус. В юго-восточной части купола Нового исчезла лавовая корона, обрамлявшая вершину, и лавовый гребень, разделявший шарру. Шарра еще более расширилась и углубилась и была наполовину заполнена обломочным материалом светло-желтой окраски. За пределами кратера отмечался узкий агломератовый поток. В течение следующих 5 дней характер извержения и формирование агломератового потока изучались непосредственно у подножия вулкана. Купол Новый в это время интенсивно парил. Экструзия Октябрь значительно изменила морфологию вершины купола Нового. На вершине южного блока хорошо просматривались несколько жестких иглообразных обелисков высотой до 70 м. С интервалом от 10—15 мин до 1 часа на юго-восточном склоне происходили глухие взрывы с выбросом пепла и небольшими каменными лавинами.

Скорость подъема газов с пеплом достигала 25—30 м/сек, высота — 100—250 м.

Обломочный материал каменных лавин, образующийся в результате разрушения купола Нового и экструзии Октябрь, отлагался в виде нескольких продольных и дугообразных валов в юго-восточной шарре и атрию кратера. При более сильных взрывах он вовлекался в общую лавину, и, попадая в глубокий желоб у подножия купола, объединялся в единое русло с четко выраженными бортовыми валами высотой от 1 до 1,5—2 м. Борты были сложены отсортированным крупноглыбовым материалом с обломками диаметром до 3 м. В верхней части желоба ширина русла была 7—8 м, в средней части она достигала 50—70 м. Поток здесь выходил за пределы желоба и на его поверхности отмечалось до 4—5 бортовых валов меньшей высоты, сложенных менее сортированными обломками диаметром от 0,7 до 1,5 м. Валы ограничивали более старые русла; новое русло, по которому в момент наблюдения шли лавины,



Рис. 2. Агломератовый поток на в. Безымянном 12 октября 1969 г. Фото А. М. Чиркова

прослеживалось до подножия купола Октябрь, ширина его равнялась 5—7 м.

На резком перегибе рельефа все русла сливались в единый поток, который ниже на сравнительно выравненной поверхности вновь разделялся на несколько языков, перекрывающих один другого (рис. 2). Поверхность потока здесь была более ровной. Строение потока в различных его частях наглядно показано в разрезах на рис. 1. Интересно отметить, что в момент наблюдения русла потока были сложены вулканическим песком и пеплом, в которых более крупные обломки (до 0,7 м в поперечнике) находились как бы во взвешенном состоянии. При малейшем нарушении сплошности потока (провал ноги, падение обломка) материал начинал «течь», причем на ровном месте он в виде узкого языка, проходил расстояние 1,5—2 м, при уклоне поверхности 2—3° — около 3—4 м. При этом вместе с мелкой массой плыли и крупные обломки. На поверхности потока имелись многочисленные (10—15 на 1 м²) воронки диаметром 1—5 см, по-видимому образовавшиеся за счет выделения газов. Таким образом, в момент формирования поток содержал значительное количество газов и был достаточно подвижным. Гранулометрический состав этой массы дан в табл. 1.

В момент наблюдения в нижней и средней части поток обломочного материала был прогрет на поверхности до 20—25°, на глубине 15—20 см — до 65—70°. Мощность потока в верхней и средней части равнялась примерно 5—6 м. В нижней она варьировала от 1,5 до 3 м. Общая площадь его составляла 0,085 км², объем — 0,004 км³.

Наиболее активно извержение проявлялось в ночь с 24 на 25 октября. Примерно в 19 часов вечера произошел сильный взрыв и в юго-восточной части вершины купола Нового появилась плотная эруптивная туча, которая поднялась на высоту 0,8—1,0 км и стала смещаться к востоку, северо-востоку. Склоны купола быстро заволокло густой лепловой пылью. Гул взрывов слышался почти всю ночь. Утром на расстоянии 10—12 км от вулкана было обнаружено большое количество пепла и чувствовался

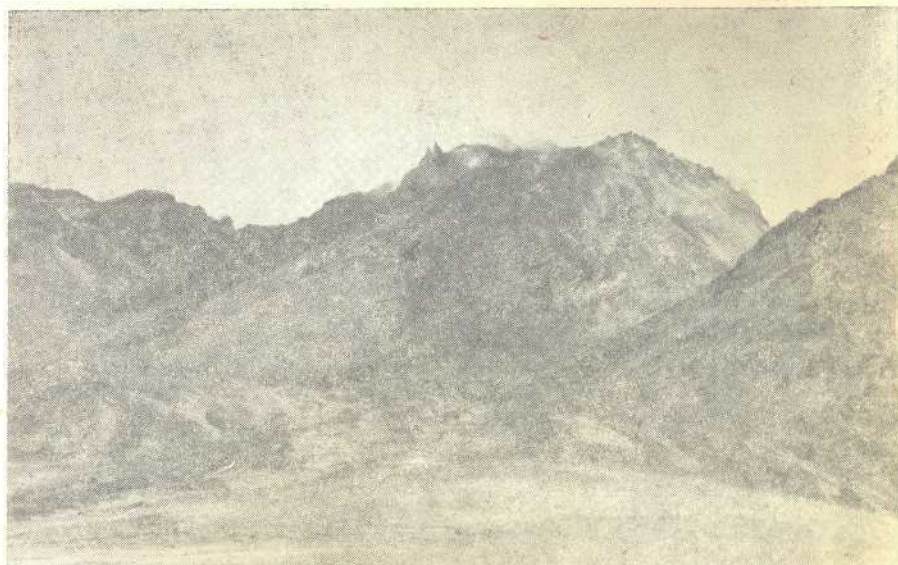


Рис. 3. Купол Новый в. Безымянного с экструзией Октябрь в левой части вершины 28 октября. Фото А. М. Рожкова

удушливый запах сернистых газов. Выпадение пепла было отмечено также на сеймостанции Апахончич, северо-восточном склоне Ключевского вулкана и у западных отрогов хребта Кумроч. Общая площадь распространения пепла составляла примерно 2500 км^2 , объем — примерно $0,013 \text{ км}^3$, вес 630 тыс. т. Характер распределения пепла и его гранулометрический состав даны в табл. 1.

При облете вулкана было отмечено, что в результате ночного пароксизма оказалась вырванной значительная часть вершины и юго-восточного склона купола Нового. Устье шарры углубилось до 70 м. Сильно обнажилось подножие экструзии Октябрь (рис. 3). Обломочный матери-

Таблица 1

Некоторые количественные и механические особенности пепла октябрьского «пароксизма» на в. Безымянном

Номер пробы Дата отбора	Расстояние от вулкана, км	Вес, г/м ²	Гранулометрический состав					
			0,400	0,400— 0,200	0,200— 0,180	0,180— 0,100	0,180— 0,063	20,063
1								
19.IX 1969	4	1500,5	46,30	16,55	4,20	10,40	11,45	11,10
11-Ч								
12.X 1969	1,5	—	39,80	12,95	3,90	8,10	10,70	24,55
1а-К								
25.X 1969	—	1000,0	—	0,25	1,75	4,25	16,00	77,75
1в-К								
26.X 1969	24	47,5	—	—	0,75	5,50	18,25	75,50
3-К								
25.X 1969	14	—	—	0,85	1,45	6,10	13,95	77,65
4-К								
28.X 1969	4	3000,0	0,65	2,65	1,15	4,15	15,45	75,95

Таблица 2

Энергетический баланс сейсмической энергии, выделенной на в. Безымянном в 1969 г.

Месяц	Количество землетрясений		Сумма энергии землетрясений, 10^{15} эрг		Сумма энергий вулканического дрожания, 10^{15} эрг	
	за месяц	нарастающий итог	за месяц	нарастающий итог	за месяц	нарастающий итог
I	7	—	0,1	—	42	—
II	—	7	—	0,1	16	60
III	36	43	2,2	2,3	4	64
IV	15	58	0,5	2,8	2	66
V	4	62	0,2	3,0	3	69
VI	9	71	0,2	3,2	—	69
VII	60	131	8528	8531,2	31,6	100,6
VIII	72	203	617,5	9148,7	0,7	101,3
IX	18	221	5,3	9154,0	3,8	105,1
X	28	249	3,8	9157,8	1,62	106,72

ал узким потоком прошел расстояние 5,5 км (см. рис. 1). Юго-восточная шарра и подножие купола Нового были совершенно свободны от свежих агломератовых отложений. По-видимому, в момент наибольшей активности лавины шли огромной массой и весь материал, отложенный ранее в этих местах, был снесен.

Все это время на сейсмостанции Апахончич регистрировалось слабое непрерывно-спазматическое вулканическое дрожание. Длительность его менялась от 15 мин до 1 часа. В перерывах примерно такой же продолжительности четко проявлялось спазматическое дрожание (от 30 сек до 5 мин) и землетрясения IV типа. Преобладали колебания с периодом 0,5—0,6 сек, среднее смещение почвы на сейсмостанции Апахончич колебалось от 0,2 до 1,2 м. На фоне постоянного нарастания сейсмической энергии в 23 час 30 мин был отмечен максимум извержения. После этого на сейсмограммах регистрировалось непрерывное вулканическое дрожание, продолжительность которого увеличилась до 2 час 05 мин. Частота колебаний осталась той же, смещение почвы уменьшилось до 0,2 м. Постепенно затухая, сейсмические явления прекратились к 8 часам 25 октября. За сутки 24—25 октября было выделено $1,2 \cdot 10^{15}$ эрг сейсмической энергии при землетрясениях и $0,8 \cdot 10^{15}$ эрг при вулканическом дрожании. Позже до конца месяца изредка отмечались слабые землетрясения и спазматическое дрожание.

Сейсмическая деятельность в 1969 г., как и в предыдущие годы, полностью отражала характер эксплозивно-экструзивного извержения вулкана Безымянного. При перемещении активного центра в жесткую юго-восточную часть купола Нового и в начале выжимания новой экструзии (март—апрель) она выражалась в увеличении количества землетрясений до 51 и непрерывно-спазматическом дрожании. В момент спада активности (май—июнь) дрожание спазматического характера стало слабее, а количество землетрясений уменьшилось (13 за два месяца). Июль—август, по-видимому, были периодом подготовки к октябрьскому извержению. Сейсмические явления здесь проявились в 132 землетрясениях с суммарной энергией $9 \cdot 10^{18}$ эрг, что на три порядка выше энергии предыдущих месяцев, и непрерывно-спазматическом дрожании с энергией $3,2 \cdot 10^{16}$ эрг. Распределение сейсмических явлений и энергий, а также ее накопление наглядно показаны в табл. 2 и на рис. 4.

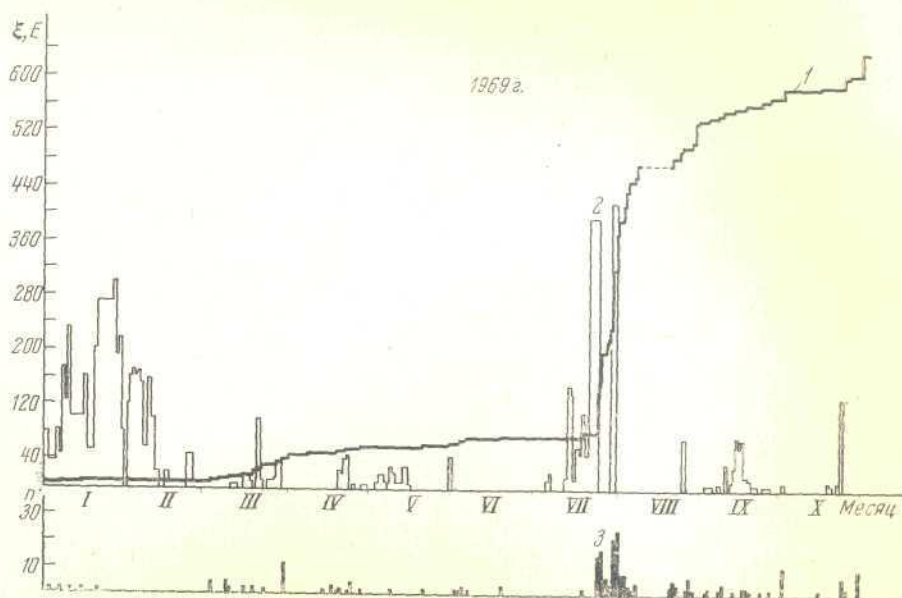


Рис. 4. Графики накопления условных деформаций (1), распределение и энергия вулканического дрожания (2) и землетрясений (3)

В период октябрьского извержения на потоке и в различных частях зоны пеплопада были отобраны пробы пепла, снега и льда. В водных вытяжках и водах из этих проб были определены NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . распределение которых показано в табл. 3. Кроме этого, в средней части северного склона купола Нового в момент извержения опробована фумарола с температурой 90° в целях определения содержания радона в парогазовой смеси. Концентрация составила $0,8 \cdot 10^{-10}$ кюри/л. Низкое содержание Rn объясняется тем, что в пробе газов оказался один воздух. В конденсате, отобранном из этой же фумаролы, обнаружены те же компоненты, что и в снеге, только в очень небольшом количестве.

Таким образом, из изложенного видно, что с марта 1969 г. извержение в. Безымянного вновь стало эксплозивно-экструзивным. Выжимание жесткой экструзии и разрушение юго-восточной части купола Нового сопровождалось сравнительно большим количеством землетрясений, непрерывно-спазматическим и спазматическим дрожанием, газовыми взрывами с выбросом пепла, скатыванием пеплово-каменных лавин и формированием агломератового потока.

Объем всего изверженного материала за 8 месяцев активности составил $0,028 \text{ км}^3$ (выжатой экструзии — $0,01 \text{ км}^3$, агломератового потока $0,008 \text{ км}^3$; пепла — $0,01 \text{ км}^3$), масса — $4,7 \cdot 10^7 \text{ т}$. Тепловой энергии с учетом резургентного материала, нагретого до $500\text{--}600^\circ$, выделилось $4 \cdot 10^{23} \text{ эрг}$, сейсмической — $9 \cdot 10^{18} \text{ эрг}$. Обломочным материалом агломератового потока и пеплом октябрьского пароксизма адсорбировано $1 \cdot 10^4 \text{ т Cl}$, $1,9 \cdot 10^4 \text{ т S}$, $0,6 \cdot 10^3 \text{ т CO}_2$.