

КОЛИЧЕСТВО, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПИРОКЛАСТИКИ БОЛЬШОГО ТРЕЩИННОГО ТОЛБАЧИНСКОГО ИЗВЕРЖЕНИЯ

ХОД ИЗВЕРЖЕНИЯ И ОБРАЗОВАНИЕ ПИРОКЛАСТИКИ

В ходе извержения Северных конусов отмечено несколько периодов. В начальный период, с 6 по 9 июля, извержение носило исключительно эксплозивный характер и относилось к стромболианскому типу, характеризующемуся выбросами преимущественно лавового пластичного материала на высоту до 200—300 м с постепенным переходом в последующие дни к вулканско-стромболианскому типу. Особенностью этого периода была своеобразная газовая продувка, в процессе которой на поверхность Земли выбрасывалась масса шлака и вулканических бомб. Так, за период с 9 час 45 мин 6 июля до 2 час 00 мин 9 июля сформировался шлаковый конус высотой до 150 м с диаметром кратера около 100 м и диаметром основания около 500 м.

Для этого периода извержения были характерны шлаковые ливни, распространившиеся в направлении преобладающих ветров с постепенным уменьшением интенсивности по мере удаления от конуса. Ось пеплопада в первые дни извержения была направлена на запад-юго-запад (250°), и суммарная мощность шлака и пепла в 1 км от эруптивного центра составила 20 см. Средняя интенсивность выброса материала и начальный период характеризуется следующими параметрами: средняя высота выброса бомб — 0,3—0,5 км, средняя высота пепловой колонны — 5 км, максимальный радиус разлета бомб — 700 м.

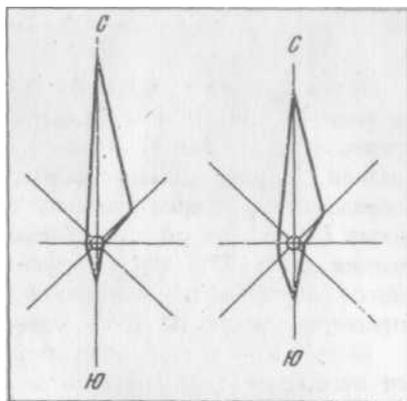
В последующие дни на фоне ритмичного фонтанирования пирокластики происходят мощные взрывы, заметно увеличиваются высота выброса бомб и радиус их разлета. Извержение переходит и плинианский тип деятельности, характеризующийся непрерывным равномерным выносом огромного объема шлака, бомб и пепла в мощной газовой струе. Раскаленная пирокластика образует огненную свечу высотой до 1-2 км. Выше, до уровня 5—6 км, активно расширяется газово-пепловая эруптивная колонна, а еще выше, до 8—10 км, развивается инверсионное облако. Вынос материала происходит по вертикальной или близкой к вертикальной траектории. Разлёт бомб не превышает 1 км. На фоне непрерывной продувки происходят отдельные взрывы, а чаще и серии взрывов, которые сопровождаются резким увеличением выноса шлака и пепла, выбросом отдельных бомб на высоту до 2,5 км; интенсивность продувки после них резко возрастает, но постепенно снижается до фоновой. Такой характер деятельности I конуса существенно не менялся до 23 июля.

С 23 июля в работе вулкана появились паузы различной продолжительности (от нескольких секунд до нескольких часов), характеризующиеся либо полным отсутствием выноса материала из кратера, либо слабыми выходами спокойных клубов пепла и голубого газа. В промежутках между паузами сохранялся режим струйного фонтанирования с отдельными мощными взрывами на его фоне.

С 27 июля динамика извержения резко изменилась, наблюдаются периодически появляющиеся над срезом кратера лавовые пузыри, выплескивающие материал за кромку кратера. Первая порция лавы появилась в 16 час 30 мин в виде пятна на перевале между I конусом и высотой 1004, 29 июля начал изливаться первый лавовый поток. 2 августа произошло излияние второго лавового потока, которое сопровождалось фонтанированием на высоту до 150 м; излияние лавы продолжалось до 8 августа.

Характерным периодом при образовании пирокластических продуктов I конуса было извержение светлого, почти белого пудрообразного пепла в ночь с 8 на 9 августа. Этому событию предшествовали значительные паузы в деятельности I конуса. Так, 4, 5 и 6 августа периоды ритмичного фонтанирования че-

Рис. 1. Розы ветров для района вулкана Толбачик (август, 1975 г.)



редуются с продолжительными (от нескольких минут до нескольких часов) паузами, а 7 августа пауза продолжается в течение 9 часов (с 23 час 7. VIII до 8 час 18 мин 8. VIII); 3 августа в 17 час 50 мин начал падать белый пудрообразный пепел и временами ощущался сильный запах серы. Выпадение белого пепла перешло ночью в пепловую бурю, продолжавшуюся до 6 часов утра 9 августа. Во время этой бури от вулкана доносились звуки мощной продувки. За 12 час было выброшено, по нашим подсчетам, около 7 млн. м³ белого пепла. Выброс этого пепла произошел к западу от I конуса (~ 5 млн. м³), а также к югу и юго-востоку от него (~ 2,0 млн. м³), что было связано с направлением дующих в это время ветров (рис. 1). Пепел был окрашен в светлые тона серой, светло-серой окраски и резко отличался от остального пепла. Мощность слоя светлого пепла составила 6—7 см в 2,5 км от I конуса и до 0,5 см — в 8 км от него. В пепле преобладает средне- и мелкосаммитовый и пелитовый материал (табл. 1).

Кроме чисто внешних признаков (цвет, размерность), светлый пепел резко отличается от остального пепла по химизму и минералогии, о чем будет сказано ниже.

9 августа в 18 час 50 мин произошло образование нового прорыва, начал формироваться II конус. Фонтан раскаленной пирокластики поднимался на высоту до 1,5 км и одновременно началось излияние крупноглыбового мощного (до 40 м) лавового потока. Особенностью деятельности II конуса является образование специфических вулканических бомб эллипсоидальной и округлой формы, как бы окатанных, с ксенолитами пород фундамента внутри них. Образование бомб такой формы, вероятно, произошло в пеплово-газовой струе при высоких температурах (до 1400°, по оценкам Г.Н. Ковалева).

В дальнейшем извержение (образование III прорыва 17 августа, IV прорыва — 22 августа, трещинного прорыва — 23 августа) происходило в режиме пульсирующих продувок с выбросом пирокластического материала (пепла, шлака и бомб) и одновременным излиянием лавы. Менялись лишь интенсивность выброса пирокластического материала и продолжительность работы новых прорывов. Вся деятельность Северного прорыва завершилась 15 сентября с окончанием эффузивно-эксплозивных извержений II конуса.

18 сентября в 8—9 час утра в 8 км на юг от Северного прорыва из трещины северо-западного простирания по всей ее длине (около 200 м) началось фонтанирование жидкой лавы на высоту до 40 м и ее излияние. Наблюдался пульсирующий режим деятельности с периодическими продувками одного жерла и выбросом незначительного количества пепла, т.е. извержение с самого начала приобрело существенно эффузивный характер.

Т а б л и ц а 1

Гранулометрический состав светлого пепла

№ пробы	Размер фракций, мм; количество, %						
	2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,01	< 0,01
216	—	3,0	12,3	48,5	4,15	1,8	30,25
III-6	7,05	19,15	16,3	18,75	17,30	11,25	10,20
III7/3	1,5	4,05	3,85	30,65	33,70	15,3	10,95

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПИРОКЛАСТОВ, ОБРАЗОВАВШИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ

Вулканические бомбы. Слагают конусы и распространяются до 1,5 км в радиусе вокруг них. Размеры бомб - от нескольких сантиметров до 1-1,5, редко до 2 м (рис. 2). Характерны бомбы двух типов: преимущественно шарообразной, эллипсоидальной формы, сложенные плотными базальтами, и лепешкообразные, сложенные сильнопористыми базальтами. На I конусе бомбы составляют 10-15% от общего объема пирокластики; на II конусе объем их увеличивается до 25—35%. На II конусе находится много бомб с ксенолитами различных пород фундамента: песчаников, аргиллитов и эффузивов; размеры этих бомб преимущественно 10—15 см, редко 20—25 см.

Шлаки - это обрывки пористой и пузыристой лавы различного размера — от нескольких миллиметров до 10 см; иногда трудно провести четкую границу между шлаками и пористыми шлаковыми бомбами. Шлаки Северного прорыва можно и нужно рассматривать как богатейшее месторождение их на Камчатке. На площади, ограниченной изолинией 50-сантиметровой мощности они составляют около 170 млн. м³. Сюда, в район Северных конусов, проходит грунтовая дорога из Козыревска.

Пеплы. По определению Риттманна пеплы "представляют собой походящие на пыль или песок рыхлые материалы, которые состоят из разбрызганной магмы (стеклянный пепел) или из тонко раздробленного материала горных пород, выполняющих стенки канала, но чаще из смеси тех и других" (Риттманн, 1964, стр. 121-122).

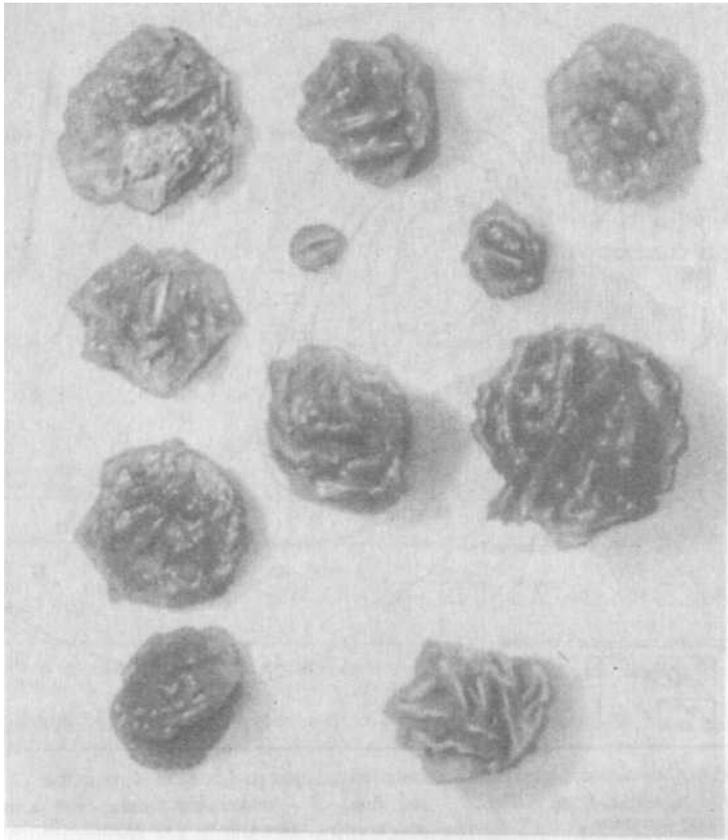
Характерной особенностью извержения является относительно небольшое количество пепла, причем пеплы Северного и Южного прорывов отличаются не только по химическому составу, но и по морфологии.

Пена. Базальтовая пена представляет собой волосовидные сплетения, очень легкие, невесомые стеклянные волосы, близкие к типу "волос Пеле". Средний размер 8—9 см.

Плагиоклазовые лапилли. Характерны только для Южного прорыва. Размеры пластин — от нескольких миллиметров до 4—5 см по длинной оси: часто образуют различные сростки, иногда шаровидной, эллипсоидальной формы



Рис. 2. Вулканические бомбы II конуса



Р и с. 3. Лапилли плагиоклаза

(рис. 3). Плагиоклазовые лапилли плотнее, чем шлаки, и легко из них выкрашиваются.

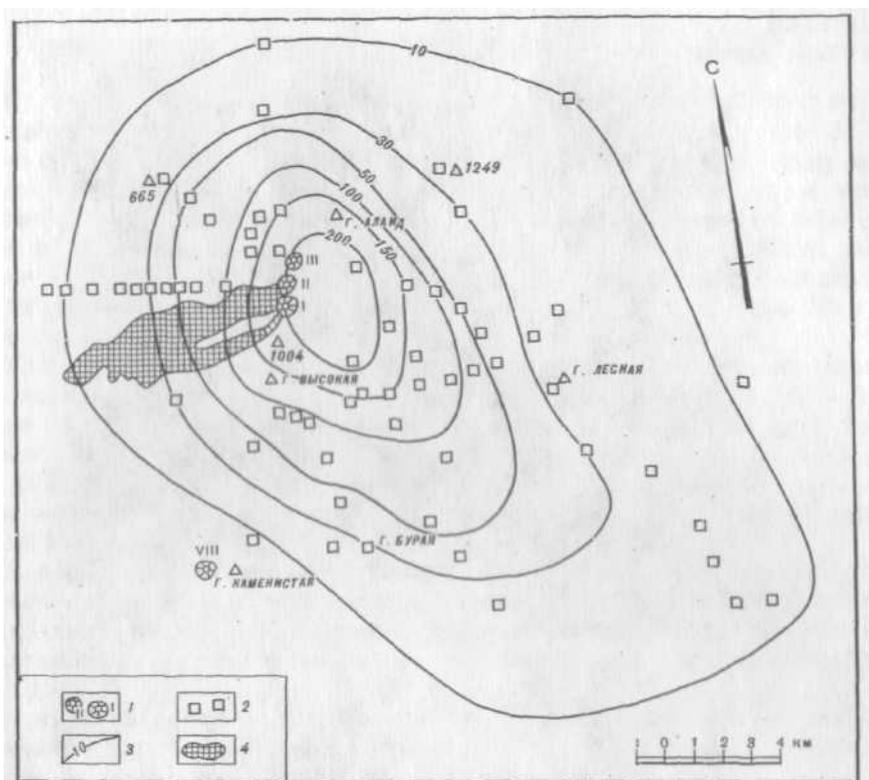
Лавокласты — продукты дробления остывающей лавы в процессе извержения. Развиты как на Северном, так и на Южном прорыве (более широко), где лавовые потоки, изливаясь на уже остывшие лавовые поля, раздвигают их, создавая различные валы, нагромождения.

КОЛИЧЕСТВО И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПИРОКЛАСТИКИ

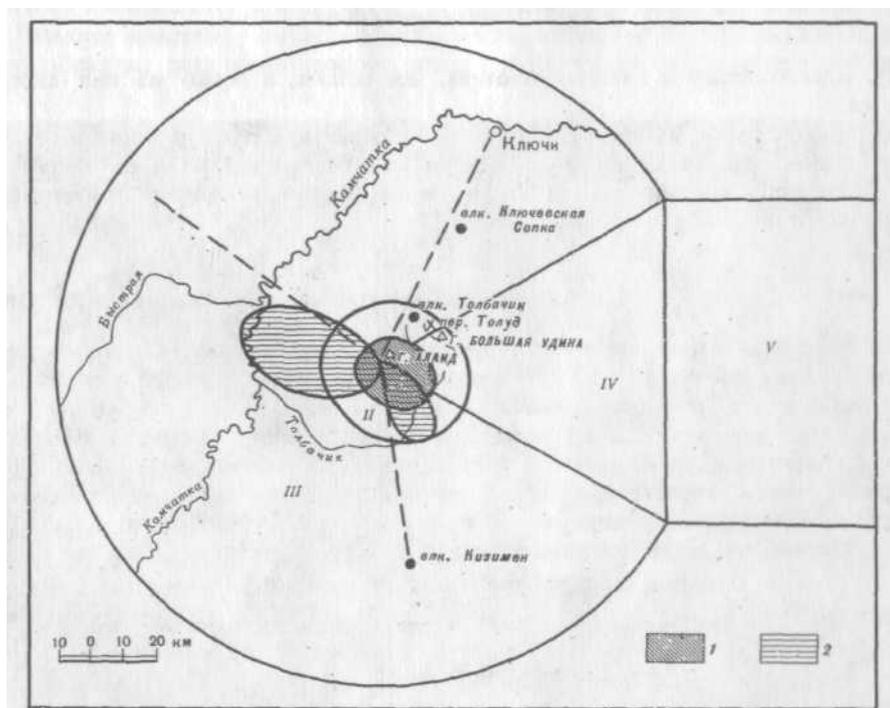
Основная масса пирокластики образовалась при деятельности Северных конусов. Для оценки объема и массы изверженного пирокластического материала в районе Большого трещинного Толбачинского извержения нами было пройдено несколько линий шурфов как во время извержения Северных конусов в августе 1975 г., так и дополнительно в августе—сентябре 1976 г. для уточнения оценок объема пирокластики Северного прорыва. Всего пройден 71 шурф. По шурфовочным профилям проведены изолинии мощности пеплов в районе Северного прорыва и выделены 6 участков различной мощности (рис. 4).

Участок 1. Площадь $S_1 = 233 \text{ км}^2$ (подсчет площадей проведенный разными способами дал сходные результаты). Средняя мощность слоя пепла $d_1 = \frac{0,1 \pm 0,3}{2} = 0,2 \text{ м} = 0,0002 \text{ км}$. Объем $V_1 = S_1 \cdot d_1 = 233 \cdot 0,0002 = 0,0466 \text{ км}^3$.

Участок 2. Площадь $S_2 = 59 \text{ км}^2$. Средняя мощность слоя $d_2 = \frac{0,3 + 0,5}{2} = 0,4 \text{ м} = 0,0004 \text{ км}$. Объем $V_2 = S_2 \cdot d_2 = 59 \cdot 0,0004 = 0,0236 \text{ км}^3$.

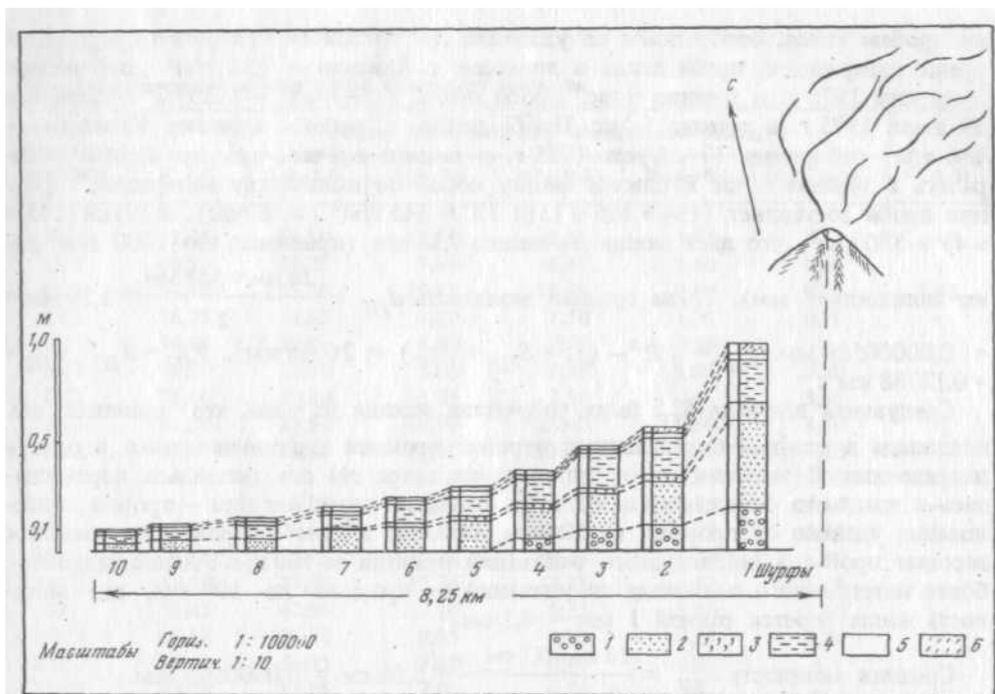


Р и с. 4. Схема распределения мощностей пеллов на Северном прорыве
 1 — конусы I, II, III; 2 — шурфы; 3 — изолинии мощностей пепла; 4 — лавовые потоки



Р и с. 5. Схема расположения площадей распространения пеллов (для подсчета объемов)

1 — площадь распространения пеллов Северного прорыва, вычисленная по шурфам; 2 — площади распространения белого пепла



Р и с. 6. Уменьшение мощности пепитов по шурфам (западный разрез, составлен 22 августа 1975 г.)

Слои пепла: 1 — темно-серого; 2 — коричневого; 3- грязно-коричневого; 4 — темно-серого; 5 — белого; 6 — темно-серого, черного

Участок 3. Площадь $S_3 = 50 \text{ км}^2$. Средняя мощность $d_3 = \frac{0.5 + 1.0}{2} = 0,00075 \text{ км}$. Объем $V_3 = S_3 \cdot d_3 = 50 \cdot 0,00075 = 0,0375 \text{ км}^3$.

Участок 4. Площадь $S_4 = 26 \text{ км}^2$. Средняя мощность пепла $d_4 = \frac{1,0 + 1,5}{2} = 1,25 \text{ м} = 0,00125 \text{ км}$. Объем $V_4 = S_4 \cdot d_4 = 26 \cdot 0,00125 = 0,0325 \text{ км}^3$.

Участок 5. Площадь $S_5 = 18 \text{ км}^2$. Средняя мощность пепла $d_5 = \frac{1,5 + 2,0}{2} = 1,75 \text{ м} = 0,00175 \text{ км}$. Объем $V_5 = S_5 \cdot d_5 = 18 \cdot 0,00175 = 0,0315 \text{ км}^3$.

Участок 6. Площадь $S_6 = 12 \text{ км}^2$. Средняя мощность пепла $d_6 = \frac{2 + 8}{2} = 5 \text{ м} = 0,005 \text{ км}$. Объем $V_6 = S_6 \cdot d_6 = 12 \cdot 0,005 = 0,06 \text{ км}^3$. Общая площадь всех шести участков, покрытая пеплом мощностью от 10 см и выше (до 8 м вблизи конусов с востока, юго-востока), составляет $S_I = 398 \text{ км}^2$. Общий объем пепла, выпавшего на этой площади, составляет $V_I = 0,2317 \text{ км}^3$.

За пределами площади S_I выделено еще несколько площадей распространения пепла (рис.5).

Изучение распределения мощностей пепла по профилям (рис. 6) установило, что с удалением от центра извержения мощность уменьшается на каждый 10 км в 10 раз. Поэтому площадь S_{II} рассчитывается по следующим параметрам: на расстоянии 10 км от изолинии 10 см мощность соответственно будет 1 см и средняя мощность для этой площади $d_{II} = \frac{10 + 1}{2} = 5,5 \text{ см} = 0,000055 \text{ км}$; $S_{II} = 786 \text{ км}^2$. $V_{II} = S_{II} \cdot d_{II} = 786 \cdot 0,000055 = 0,04323 \text{ км}^3$; S_{III} рассчитывается

по пробам пепла, отобраным на удалении до 100 км от Северного прорыва во время извержения: проба пепла в верховье р. Кававли — 154 г/м² отбиралась 2 августа 1975 г. в течение 6 час. Проба пепла в Ключах - 125 г/м² отбиралась 19 июля 1975 г. в течение 5 час. Проба пепла в районе вулкана Кизимен - 156 г/м² отбиралась 17 августа 1975 г. в течение 6,0 час, т.е. все пробы отбирались в течение 6 час и близки между собой по количеству материала; средняя проба составляет (154+125 + 156) :3 = 145 г/м² (за 6 час), за сутки (145 × 4) = 580г/м², что дает мощность пепла 0,58 мм (принимая, что 1000 г/м² дают мощность 1 мм). Тогда средняя мощность

$$d_{III} = \frac{10 \text{ мм} + 0,58 \text{ мм}}{2} = 5,29 \text{ мм} = 0,0000529 \text{ км. } S_{III} = \pi R^2 - (S_I + S_{II} + S_{IV}) = 26065 \text{ км}^2, V_{III} = S_{III} \cdot d_{III} = 0,13788 \text{ км}^3.$$

Следующая площадь S_{IV} была рассчитана исходя из того, что основная ось пеплопада в каждый определенный отрезок времени проходила только в одном направлении. В зависимости от направления ветра эта ось пеплопада перемещалась в каком-то определенном секторе. Вершина этого сектора — прорыв, а основание удалено от прорыва на 100 км, так как в этом направлении имеются весовые пробы, а ширина этого основания принята за 100 км. Это площадь наиболее интенсивного пеплопада на удалении от прорыва до 100 км, где мощность пепла берется равной 1 мм = 0,1 см.

$$\text{Средняя мощность } d_{IV} = \frac{10 \text{ см} + 0,1 \text{ см}}{2} = 5,05 \text{ см} = 0,0000505 \text{ км.}$$

Площадь определяется из равностороннего треугольника со сторонами 100 км за вычетом части I площади и $S_{IV} = 4171 \text{ км}^2$, $V_{IV} = 4171 \cdot 0,0000505 = 0,21063 \text{ км}^3$.

И, наконец, площадь S_V - это площадь шлейфа (по данным космического снимка) при длине его до 1000 км и ширине около 100 км. Мощность пепла принимается от 1 мм до 0,001 мм, что практически равно 0. Средняя мощность

$$d_V = \frac{1 \text{ мм} + 0}{2} = 0,5 \text{ мм} = 0,0000005 \text{ км}, S_V = 100 \cdot 1000 = 100000 \text{ км}^2, V_V = 100000 \cdot 0,0000005 = 0,05 \text{ км}^3.$$

Суммарный объем пепла, извергнутого Северным прорывом (конусами I, II и III) за все время извержения, с 6 июля до 15 сентября, т.е. за 72 дня, составляет $V_{\Sigma} = 0,67344 \text{ км}^3$. Кроме того, общий объем пирокластики, извергнутой Северным прорывом, можно подсчитать исходя из данных гранулометрического анализа пеплов (табл. 2). В табл. 3 эти пробы объединены по интервалам, в зависимости от расстояния, на котором они отобраны от центра извержения.

В табл. 3 видно, что с увеличением расстояния от конуса резко уменьшается количество грубой пирокластики (>2,0мм) и в то же время увеличивается количество алевро-псаммитового и алевро-пелитового материала; так на расстоянии до 15 км исчезает фракция >2,0 мм, а на расстоянии до 20 км исчезает фракция 2–0,5 мм. Это все происходит на площади S_I , где объем пепла $V_I = 0,2317 \text{ км}^3$ (определено по шурфам). На этой площади совершенно отсутствует фракция < 0,01 (табл. 2) и незначительно присутствует фракция 0,1–0,01 мм, т.е. пепел этих фракций был вынесен за пределы площади S_I . Значит, на каком-то расстоянии от конусов размер фракций полностью перейдет в размерность 0,1-0,0,1 мм (шестая строка в табл. 3) и можно предположить, что здесь выпадает такой же объем пепла $V_{II} = V_I = 0,2317 \text{ км}^3 \approx 0,230 \text{ км}^3$. И, продолжая эту закономерность (а она также хорошо видна на графике, рис.7), можно предположить, что такой же объем $V_{III} = 0,230 \text{ км}^3$ (седьмая строка в таблице будет вынесена на расстояние, где размер фракций

Гранулометрический состав пепла Северного прорыва

Номер пробы по шурфам	Размер фракций, мм; количество пепла, %						
	> 2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,01	< 0,01
14/1	42,05	54,50	12,50	9,55	1,95	-	-
15/1	40,50	39,25	7,90	6,40	1,40	4,55	-
16/1	34,40	35,20	10,85	15,95	0,60	0,55	2,45
17/1	76,75	14,65	3,10	3,50	1,25	0,75	-
18/1	56,05	37,9	4,80	0,75	0,50	-	-
18/1a	79,00	13,90	2,00	2,75	1,85	0,50	-
19/1	79,00	10,20	5,05	2,30	-	3,45	-
20/1	22,50	33,50	16,70	18,40	5,50	3,40	-
21/1	17,65	22,55	17,50	29,30	8,40	4,60	-
202/1	-	-	-	3,15	67,50	29,35	-
203	-	10,80	19,60	43,15	17,25	9,20	-
204	2,10	20,55	14,05	42,70	15,25	5,35	-
205/1	4,50	27,15	22,40	29,75	10,40	5,80	-
206/1	13,10	33,60	12,35	31,25	4,65	5,05	-
207	37,45	42,90	9,10	6,55	1,50	2,50	-
208/1	45,15	34,30	9,85	9,35	0,55	0,80	-
209/1	57,10	34,85	7,60	0,40	0,05	-	-
210/1	53,85	38,95	7,0	0,20	-	-	-
211/1	57,95	31,70	5,15	3,95	0,50	0,75	-
213/1	16,85	31,3	15,7	25,95	8,35	1,85	-

Таблица 3

Распределение пеплов по фракциям в зависимости от расстояния

Расстояние от II конуса, км	Размер фракций, мм (в % соотношениях)				Примечание
	> 2,0	2-0,5	0,5-0,1	0,1-0,01 и < 0,01	
0	100	-	-	-	Конусы I, II, III На площади, где по шурфам = 0,2317 км ³ $V_{VI} = V_I$ $V_{VII} = V_{VI} = V_I$
5	75	18	6	1	
10	20	40	30	10	
15	0	50	40	10	
20	0	0	70	30	
			0	100	
				0	

будет от 0,1-0,01 мм и до 0). Общий объем пепла тогда составит $V_I + V_{VI} + V_{VII} = 0,2317 + 0,230 + 0,230 = 0,6917$ км³, что отвечает объему пепла, подсчитанному нами по отдельным площадям ($V = 0,67344$). Тогда истинный объем пепла будет средний $(0,6917 + 0,67344) : 2 = 0,68257$ км³ = 0,6826 км³. Объем трех конусов Северного прорыва — I, II, III (Федотов и др., 1976) составляет 0,33 км³, а общий объем пирокластического материала, извергнутого Северным прорывом Большого трещинного Толбачинского извержения составляет 1,0126 км³.

Для определения веса изверженного пирокластического материала был подсчитан удельный вес пепла, шлака и лавы. Средний уд. вес пепла — 1,11 г/см³ (по 5 определениям). Средний уд. вес шлака — 0,77 г/см³ (по 5 определениям). Общий объем пепла (без конусов) — 0,6826 км³, из них 80% — мелкой фракции

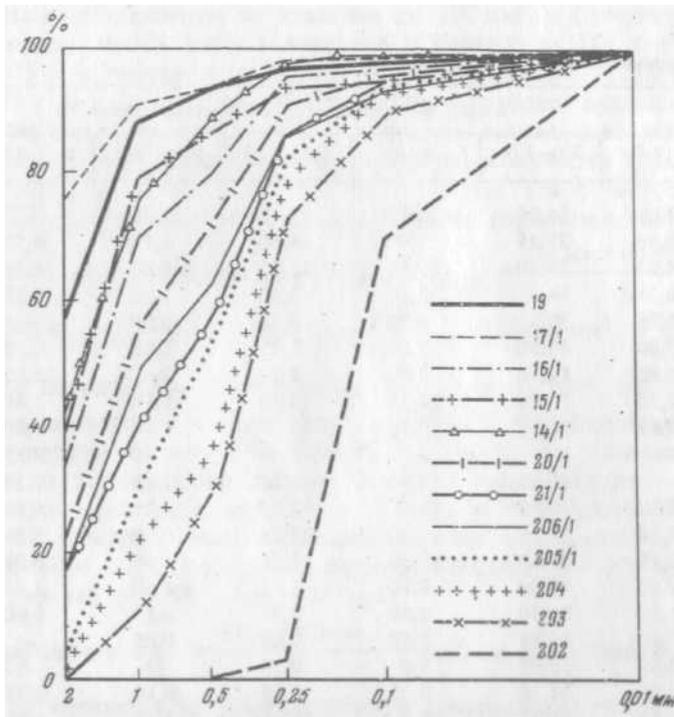


Рис. 7. Гранулометрический анализ черных пеплов, отобранных на разных расстояниях к востоку от II конуса

Пепел отобран (проба; расстояние указано в километрах): 19 - 2,5; 17/1 - 5,0; 16/1 - 6,0; 15/1 - 6,4; 14/1 - 7,5; 20/1 - 8,5; 21/1 - 9,0; 206/1 - 11,5; 205/1 - 13,5; 204 - 16; 203 - 17; 202 - 18

с уд. весом $1,11 \text{ г/см}^3$, и 20% шлака с уд. весом $0,77 \text{ г/см}^3$, пепла = $0,54608 \text{ км}^3 = 546080000 \text{ м}^3$, шлака = $0,13652 \text{ км}^3 = 136520000 \text{ м}^3$. Тогда вес пепла составит $P_{\text{пепла}} = 54608000 \text{ м}^3 \cdot 1,1 \text{ т/м}^3 = 600688000 \text{ т} = 0,6 \cdot 10^9 \text{ т}$. Вес шлака $P_{\text{шлака}} = 136520000 \cdot 0,77 \text{ т/м}^3 = 105120400 = 0,105 \cdot 10^9 \text{ т}$. Общий вес пирокластического материала (пепел и шлак): $P = 600688000 + 105120400 \text{ т} = 705808400 \text{ т} = 0,706 \cdot 10^9 \text{ т}$. Средний удельный вес лавы = $2,0 \text{ г/см}^3$ (по 5 определениям). Удельный вес материала, слагающего конусы, определяется из средних удельных весов лавы, шлака и пепла и составляет $1,29 \text{ т/м}^3$. Вес материала, слагающего шлаковые конусы, составит $P = 327000000 \times 1,29 = 419830000 \text{ т} = 0,42 \cdot 10^9 \text{ т}$. Итак, основные цифры (по весу): вес пепла и шлака: $P = 0,706 \cdot 10^9 \text{ т}$; вес материала конусов: $P = 0,42 \cdot 10^9 \text{ т}$; общий вес пирокластики: $P = 1,126 \cdot 10^9 \text{ т}$.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ И ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПИРОКЛАСТИКИ

Пирокластический материал характеризуется довольно значительным разнообразием как химического состава, так и петрографо-минералогического состава, текстур и структур.

Пеплы Северного прорыва, близкие химически и минералогически к лавам этого прорыва, отличаются от Южных содержанием SiO_2 (49—50% для Северных и 51% для Южных), высоким содержанием Mg (больше почти в 2 раза), Ca (на 3—4%); пеплы Южного прорыва более щелочные (на 1,0—1,5%) (табл. 4). Анализировались пробы пепла разных этапов извержения и пеплы, взятые на разных расстояниях от вулкана; также анализировались пробы свежего пепла, отобранные непосредственно во время его выпадения, и пробы пепла из шур-

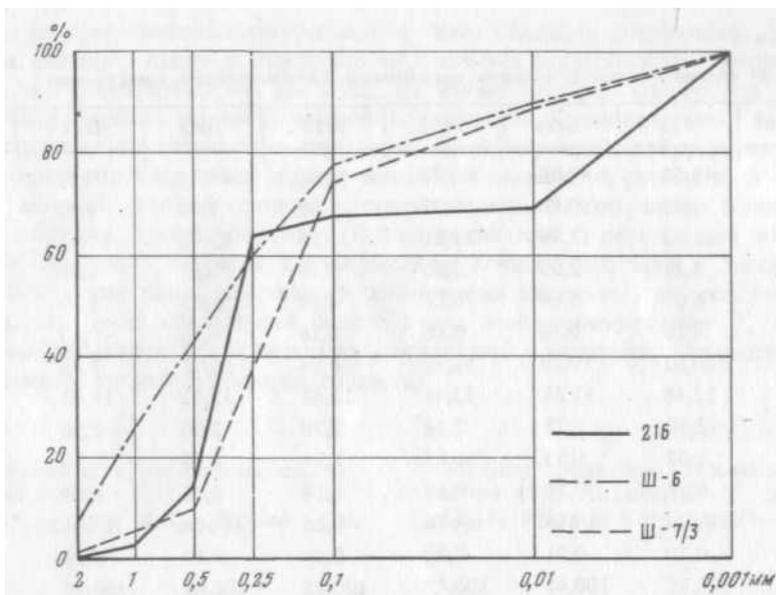


Рис. 8. Гранулометрический анализ белого пепла

Пробы пепла отобраны (дата, расстояние): 216 - 9 августа; Ш-6 — 19 августа, шурф в 2,5 км от конуса; Ш-7/3 - 21 августа, шурф в 6 км от конуса

фов, уже перекрытые пеплом последующих выбросов. Пеплы из шурфов отличаются от тех же пеплов, отобранных во время их выпадения, повышенным содержанием SiO_2 от 49 до 50% и меньшим содержанием Fe, Mg, Ca. Эоловая дифференциация в химическом составе заметна слабо. От всех пеплов резко отличается по химизму и минералогии светло-серый пудрообразный пепел, выпавший в ночь с 8 на 9 августа. Химический состав светло-серого пепла отличается от состава черных пеплов более высоким содержанием кремнезема (на 3—4% и до 5%) и H_2O , H_2O^+ и меньшим содержанием Mg (на 3—4%), Ca (на 2-3%). По гранулометрическим свойствам черные пеплы (см. табл. 2) также резко отличаются от светлых (см. табл. 1): в черных ювенильных пеплах на расстоянии до 20 км совершенно отсутствует пелитовая фракция (см. рис.7); четко заметно уменьшение псефитовой фракции от 77% вблизи прорыва до 3—4% на расстоянии 20 км от прорыва; в светлом пепле алевро-пелитовая фракция присутствует до 30%, а псефитовая — 3—7% (рис. 8).

Просмотр шлихов из белого и черного пепла под бинокулярной лупой дал интересные результаты. Пепел I и II конусов представлен преимущественно непрозрачным темным стеклом с незначительным содержанием буро-зеленого стекла, а пепел извержений последних чисел августа преимущественно содержит оплавленные, остроугольные обломки зеленого» вспученного стекла. Вместе со стеклом в пеплах встречаются также единичные обломки кристаллов плагиоклаза, пироксенов, оливина. Светлый пепел по минералогии резко отличается от ниже- и вышележащих пеплов: почти полностью отсутствует ювенильный материал — вулканическое стекло (во всех фракциях); магнитная фракция представлена магнетитом и обломками эффузивных пород; в электромагнитной фракции обломки эффузивных пород составляют 90%, пироксены — 3—5%, плагиоклаз — 1-2%, оливин 1-2%, измененные обломки - 1%, сульфиды- единичные знаки; в немагнитной фракции основными минералами являются кварц, плагиоклаз, пироксен и единичные знаки пирита.

Таким образом, по составу и форме обломков (слабоокатанной, окатанной) это преимущественно резургентный материал. Пробы этого же пепла из шурфов содержат те же самые минералы и незначительное количество обломков вулканического стекла, присутствие которых может быть объяснено двумя причина-

Таблица 4

Химический состав пеплов Большого трещинного Толбачинского извержения

Компонент	203	1010	1014	1017	III-3	III-1	III-2
SiO ₂	49,54	49,94	49,92	49,90	49,72	50,24	50,32
TiO ₂	1,02	0,96	0,97	1,05	1,02	1,05	1,05
Al ₂ O ₃	13,22	12,99	12,50	14,56	13,06	13,45	13,70
Fe ₂ O ₃	3,71	2,93	3,65	5,19	3,81	4,80	3,68
FeO	6,09	6,84	6,06	4,59	5,92	5,69	5,62
MnO	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17
MgO	10,02	10,70	11,39	8,04	10,02	9,46	9,65
CaO	12,48	12,35	12,41	12,48	12,41	11,42	11,34
Na ₂ O	2,39	2,28	2,18	2,70	2,60	2,56	2,48
K ₂ O	1,02	0,93	0,93	1,20	0,98	1,20	1,20
H ₂ O ⁻	0,18	0,16	0,12	0,14	0,16	0,04	0,06
H ₂ O ⁺	Н/обн.	Н/обн.	Н/обн.	0,26	Н/обн.	Н/обн.	0,21
P ₂ O ₅	0,20	0,21	0,20	0,19	0,19	0,28	0,28
Сумма	100,45	100,45	100,49	100,46	100,05	100,36	99,76

Таблица 4 (окончание)

Компонент	III-5	I	II	III	III-6	1018	252	253
SiO ₂	50,20	52,04	52,84	53,06	54,10	51,02	51,00	51,26
TiO ₂	1,00	1,00	1,02	0,95	0,96	1,76	1,76	1,76
Al ₂ O ₃	13,65	14,28	14,53	14,36	15,86	15,92	15,48	15,67
Fe ₂ O ₃	3,60	4,06	4,37	4,95	4,01	3,09	4,97	4,75
FeO	5,78	5,00	4,62	4,45	4,14	4,47	6,21	6,67
MnO	0,17	0,12	0,15	0,14	0,17	0,18	0,18	0,16
MgO	9,55	6,68	5,86	6,79	5,87	4,86	5,57	5,54
CaO	11,48	9,66	9,07	8,65	7,55	8,09	7,75	7,87
Na ₂ O	2,48	3,21	3,21	2,70	2,91	3,86	3,14	3,14
K ₂ O	1,20	1,20	1,20	1,20	1,42	2,40	2,45	2,34
H ₂ O ⁻	0,06	1,22	1,36	1,22	0,72	0,10	0,30	0,16
H ₂ O ⁺	0,22	0,52	0,96	0,68	1,50	0,47	0,10	0,09
P ₂ O ₅	0,28	0,31	0,33	0,29	0,26	0,55	0,61	0,50
Сумма	99,67	99,40	99,54	99,36	99,47	99,77	99,52	99,91

Аналитики: Г. Новоселецкая, Т. Осетрова, Н. Русакова.

Примечание: 203 — пепел I конуса, отобран 24.VII. в 4,5 км к югу от прорыва; 1010 — пепел // конуса, отобран 31.VIII. в 9,0 км к востоку; 1014 — пепел / конуса, отобран 26 июля в районе вулкана Кизимен, в 60 км от прорыва; 1017 — пепел I конуса, отобран 2 августа в верховьях р. Кававли, в 80 км от прорыва; III-3, III-1, III-2, III-5 — разрез пепла / конуса, отобран из шурфа 19 августа в 2,5 км к западу от прорыва; I, II, III — белый пепел (сборы А.П. Хренова), отобран 9 августа; III-6 — белый пепел, отобран из шурфа 19 августа; 1018 — пепел Южного прорыва, отобран 6 декабря (сборы Петрове); 252, 253 — пепел Южного прорыва, отобран 28 и 30 декабря.

ми: 1) это стекло из ниже- или вышележащих слоев пепла; проба пепла III 7/3 была отобрана из слоя мощностью 10 мм, и в нее, естественно, при отборе мог попасть материал из других слоев; 2) это может быть и ювенильный материал, извергнутый одновременно с резургентным; 3) кроме того, во время бури, сопровождавшей выброс светлого пепла, обязательно должно было произойти смешение светлого резургентного пепла с черным ювенильным пеплом.

Выброс резургентного материала может быть объяснен следующим. Перед извержением светлого пепла в деятельности I конуса происходили значительные перерывы продолжительностью до 9 час, во время которых отмечались по геодинамическим данным наклоны земной поверхности. Следовательно, во время пауз в результате тектонических подвижек могли произойти обрушения в канале и истирание обрушившихся пород частично в момент обрушения, а частично во время мощной газовой продувки, сопровождавшей извержение белого пепла.

Таким образом, предположение о белом пепле как о переходном между извержением Северного прорыва и извержением Южного прорыва, высказанное ранее на основании лишь результатов химических анализов, не совсем верно, тем более, что после извержения белого пепла при возникновении II, III и IV конусов выбрасывался исключительно ювенильный материал, представленный вулканическим стеклом буро-зеленого цвета.

ЛИТЕРАТУРА

Риттманн. Вулканы и их деятельность. М., Мир, 1964. 400с.
Федотов С.А., Хренов А.П., Чирков А.М.

Большое трещинное Толбачинское извержение 1975 г. Камчатка. - Докл. АН СССР, 1976, т. 228, №5, с. 1193-1195.