

И. Т. КИРСАНОВ, Г. П. ПОНОМАРЕВ

**ИЗВЕРЖЕНИЯ ВУЛКАНА ПЛОСКИЙ ТОЛБАЧИК
И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРОДУКТОВ**

Активный кратер вулкана Плоский Толбачик расположен в юго-западной части его вершины. Он имеет воронкообразную форму с крутыми стенками, спускающимися на глубину 100—120 м (рис. 1). Диаметр верхних кромок его равен 250—270 м, дна — 130—150 м. На дне кратера периодически действуют от одного до трех активных жерл. До 60-х годов в расположении их никакой закономерности не наблюдалось (Влодавец, 1940; Попков, 1946; Пийп, 1954; Сирин, Фарберов, 1964).

В описываемый период деятельность вулкана изучалась путем постоянных визуальных наблюдений с сейсмостанций «Апахончич» и «Козыревск», периодических облетов и посещений кратера¹. Полученные результаты представлены на рис. 2. Как пример характерного состояния вулкана можно привести некоторые наблюдения, проведенные в 1967—1970 гг.

В 1967 г. кроме небольших пепловых взрывов, отмечавшихся в марте, мае, октябре и ноябре, вулкан находился в спокойном состоянии. В августе-сентябре на дне кратера действовали два жерла, приуроченные к трещине северо-западной ориентировки. Диаметр жерл — 10—15 м. Оба жерла ритмично выделяли газы; 25—30 мин. наблюдалось активное их поступление со скоростью 50—70 м/сек. Затем наступало затишье. Кратер в течение 3—5 мин. полностью заполнялся газами, затем происходил выброс и клубящаяся масса молочно-белого цвета поднималась на высоту до 400—500 м над кратером.

В 1968 г. при довольно активном извержении (март-апрель) на дне кратера, по-видимому, открывалась вся трещина. В августе-сентябре она фиксировалась цепочкой воронок, при этом северо-западное жерло как бы врезалось в нижнюю часть стенки (рис. 3).

В 1969 г. действовало только северо-западное жерло. Диаметр его равнялся 15—20 м. Из полости его шло интенсивное поступление газов. До высоты 25—30 м они были бесцветны, выше наблюдалась активная конденсация и клубящаяся масса молочно-белого цвета поднималась на высоту до 500—600 м и больше.

Активность вулкана значительно усилилась в октябре-ноябре 1969 г. и в январе 1970 г. Над вершиной вулкана постоянно наблюдалась клубящаяся темно-серая масса газов с пеплом, поднимавшаяся до 800—3000 м. Ночью над кратером отмечалось пульсирующее зарево от оранжевого до ярко-красного цвета.

В марте 1970 г. при облете вулкана на заснеженной вершине его отмечалось довольно большое скопление свежесброшенных обломков.

¹ Постоянные наблюдения проводились лаборантами И. А. Маринным, М. С. Поповым, К. С. Киришевым, В. А. Фешиным, С. В. Поповым.



Рис. 1. Кратер в. Плоского Толбачика в марте 1970 (фото И. Г. Кирсанова)

На дне кратера хорошо просматривался пологий лавовый купол, который занимал всю полость северо-западного жерла. Из центральной части купола постоянно поступали газы и периодически наблюдались слабые взрывы с выбросом обломочного материала.

Непосредственное изучение кратера было проведено в апреле-мае и июле-августе 1970 г. Вновь действовало только северо-западное жерло. Оно имело форму эллипса размером 20×30 м, вытянутого по простиранию трещины. Кромки жерла были окружены насыпными валами высотой 3—4 м. Деятельность его характеризовалась периодическими всплесками и взрывами с выбросами пластичной лавы и непрерывной эмиссией газов со скоростью истечения 100—150 м/сек; клубящаяся масса газов поднималась на высоту 500—800 м. Эмиссия газов сопровождалась «кипением» лавы. Всплески и взрывы в лаве происходили с интервалами от 3 до 8 мин. При этом в полости жерла обычно появлялась серия небольших волнообразных гребней, за которыми следовал довольно мощный лавовый всплеск, слегка наклоненный к западу. Верхняя часть его поднималась на высоту 2—3 м над кромкой и разваливалась на крупные куски пластичной лавы, большая часть которых вновь падала в жерло. Каждые 6—8 мин. лавовые всплески сопровождалась небольшими взрывами с выбросом лавовых фонтанов на высоту до 15 м. При разваливании верхней части фонтана в центре лава имела ярко-красное и желтоватое свечение, по бокам — вишнево-красное. Свечение обломков обычно прекращалось через 1—2 мин. Примерный объем лавы, захватываемой всплесками, составлял 5—10 м³, взрывами — 2—3 м³. В конце мая жерло уже обрамлялось шлаковым конусом высотой до 25 м. В кратере его диаметром 8—10 м наблюдались взрывы с выбросом лавовых фонтанов на высоту до 30 м. Интервал между взрывами составлял 5—7 мин.

В конце июня и начале июля взрывами вулканско-стромболианского типа накопившийся в кратере материал был выброшен за его пределы.

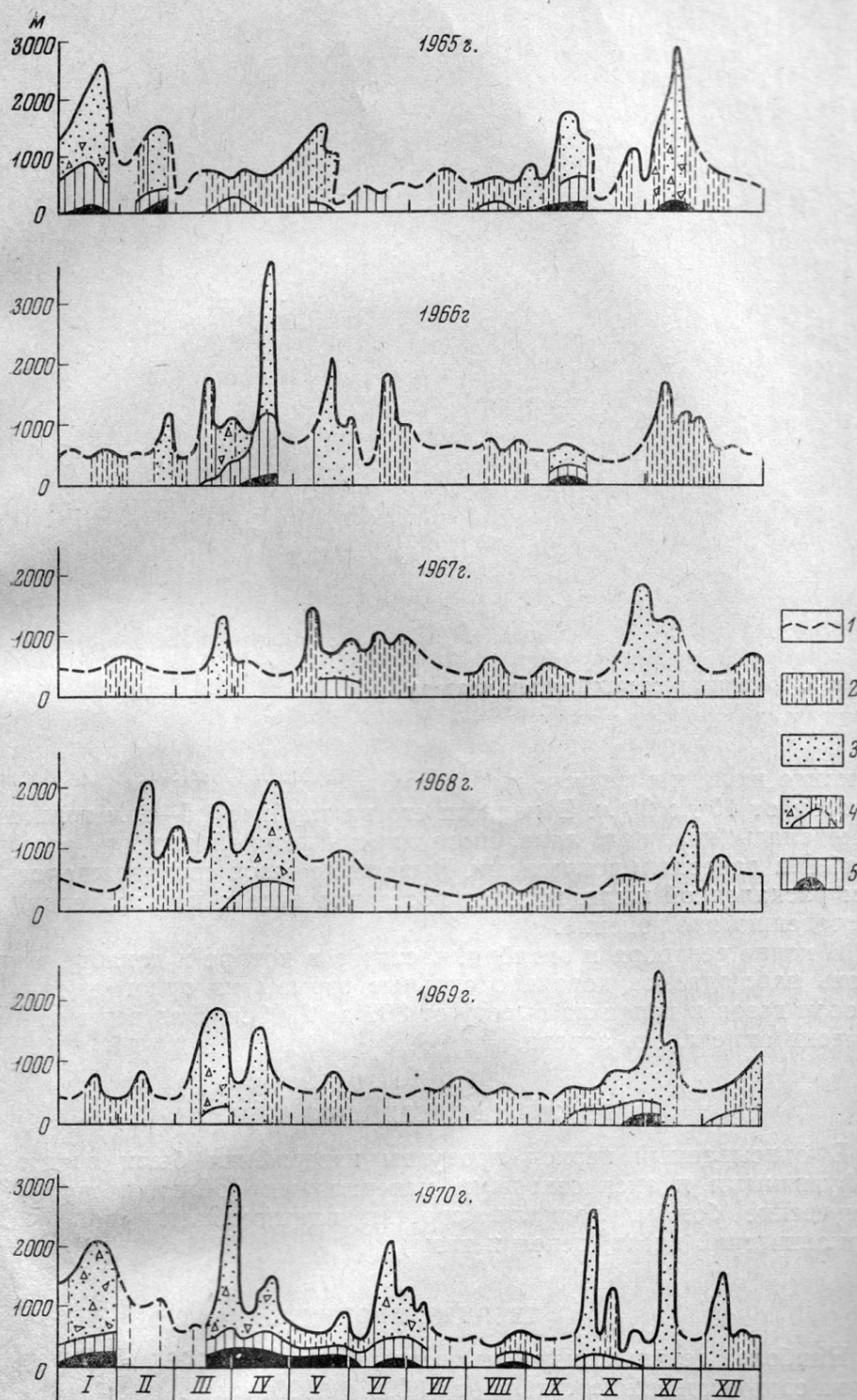


Рис. 2. Характер деятельности вулкана в 1965—1970 гг. условные обозначения:
 1 — вулкан закрыт облачностью, наблюдения периодические, 2 — эмиссия вулканических газов,
 3 — проявление вулкано-стромболианского типа извержения, 4 — проявление вулкано-стромболианского типа извержения, 5 — проявление стромболианского или стромболианско-гавайского типов извержения и наличие жидкой лавы в кратере



Рис. 3. Трещина, рассекающая дно кратера
(август 1968 г.) (фото Вайнштейна)

В конце июля и в августе жерло имело воронкообразную форму с диаметром от 10 до 20 м. В полости его на глубине 1,5—2 м периодически отмечалась кипящая лава, поверхность которой изредка нарушалась слабыми лавовыми всплесками. Выделение газов сопровождалось выносом раскаленной пыли, которая постоянно висела над кратером, мешая проведению наблюдений.

В конце сентября и октября, частично в ноябре и декабре в кратере вновь наблюдались довольно сильные взрывы из одного жерла с выбросом газов и пепла на высоту от 800 до 2500 м. Над вершиной периодически отмечалось зарево.

ПРОДУКТЫ ИЗВЕРЖЕНИЯ ВУЛКАНА

В описываемый период продукты извержения были представлены эффузивными и взрывными материалами (обломки шлаков, вулканические бомбы, лапилли, сrostки плагиоклазов, «волосы Пеле», вулканический песок, пепел и газы).

ТВЕРДЫЕ ПРОДУКТЫ

Наиболее детально изучены твердые продукты 1966 и 1970 гг. Объемы их соответственно составляют 0,0003 и 0,0001 км³ *.

Вулканические бомбы, шлаки, лапилли составляли в 1966 г. 30%, а в 1970 г.— 15% изверженного материала. Бомбы и лапилли имели форму лепешек, шаров, капель и корочек размером в 1966 г. от 1 см до

* Объем выбрасываемого материала на вулкане Плоский Толбачик учесть довольно трудно, так как большая часть его остается в кратере и значительная часть рассеивается в пространстве в виде мелкой пыли.



Рис. 4. Волосы «Пеле»

0,2—1,0 м, а в 1970 г. от 1 до 15 см. В разрезе они обнаруживали зональное строение. Внешние их части были плотными и напоминали потрескавшуюся хлебную корку, центральная часть — очень пористая и хрупкая, сложена пузыристым стеклом. Размер пустот 0,5—1,0 см. Внутри наиболее крупных пустот отмечаются нитевидные образования типа «волос Пеле». К краевым частям происходит постепенное уменьшение размеров пор до 0,08 см и увеличение количества и размеров вкрапленников плагиоклаза. На границе более крупных кристаллов плагиоклаза с основной массой наблюдалась резкая смена пузыристой текстуры на мелкопористую.

Плагиоклазовые лапилли в 1966 г. составляли 1%, в 1970 г. — 3% изверженного материала. Они представляют собой шаровидные сростки и отдельные пластинки таблитчатой формы. Размеры их достигали от 0,5 до 3—4 см в поперечнике. Лапилли состоят из 5—10 пластин, сростшихся под углами, близкими к 90, 60 и 45°, что часто придает им ложнокубическую сингонию. Промежутки между пластинами заполнены темно-бурым стеклом, в котором иногда просматриваются редкие микролиты плагиоклаза. В свою очередь сами пластины состоят из 4—5 тонких (до 1 мм) табличек, сцементированных прозрачным и светло-бурым стеклом. Последнее имеет тонкопористую текстуру типа «вошины», причем размер пор уменьшается от центра (0,2 мм) к краю (0,05 мм). Отдельные пластинки имеют такое же строение.

«Волосы Пеле». Количество последних учесть довольно трудно, но следует отметить, что в 1966 г. их было мало, а в 1970 г. они почти сплошным чехлом покрывали южный сектор вершины на расстоянии 200—250 м от кратера. Отдельные нити «волос Пеле» встречались на склонах вулкана на расстоянии 1,5—2 км. Представляют они собой стеклянные нити темно-бурого и темно-зеленого цвета длиной от 0,06 до 1,5 м и толщиной от 0,005 до 2 мм (рис. 4). На концах их наблюдаются утолщения до 3 мм в поперечнике. Каждая нить обычно состоит из пучка более тонких образований с многоугольным сечением. Образования такого типа успешно получают в производстве каменного литья (Пеликан, 1959).

Вулканический песок и пепел в 1966 г. составляли 65—70%, в 1970 г.—82—85% изверженного материала. По гранулометрическому составу материал распределялся так: псефитовые разности—10 и 4%, псаммитовые—50 и 80% и пелитовые—40 и 15%. Крупные и среднезернистые разности состоят из обломков темного стекла, кристаллов плагиоклаза, оливина, «волос Пеле» и кусочков возгонов желто-зеленого цвета. В мелкозернистых присутствовали только обломки стекла и «волос Пеле», причем последние в материале 1966 г. отсутствовали.

ПЕТРОГРАФИЯ ПРОДУКТОВ ИЗВЕРЖЕНИЯ

Для вышеописанных шлаков, вулканических бомб, лапиллей характерна крупнопорфировая структура, которая наиболее хорошо выражена в краевых частях образований. Структура основной массы меняется от гиалопилитовой до гиалиновой. По химическому составу породы относятся к базальтам (табл. 1). Вкрапленники представлены плагиоклазом, оливином, единичными плохо диагностируемыми зернами пироксена, изредка рудными.

Плагиоклаз составляет основную массу вкрапленников. Количество его колеблется от 18 до 38%. Представлен гломеропорфировыми сростками диаметром от 1 до 3 см, одиночными табличками размером от 0,5 до 1,5 см и лейстами (0,5 см). В породах распределен неравномерно. Наиболее крупные вкрапленники имеют слабую связь с породой из-за развития пористой пленки стекла на границе кристалла и породы. Часто встречаются серые и водянопрозрачные разности с четко выраженными гранями и двойниками. Двойникование главным образом по альбитовому, карлсбадскому и альбит-карлсбадскому законам. В плагиоклазовых лапиллях проявляются двойниковые триады как альбитового и манебахского, так и смешанного типов. Серая окраска кристаллов обуславливается наличием мелких включений стекла и рудной пыли. По оптическим свойствам ($N_g=1,564$, $N_p=1,558$) они содержат An 58—62%.

Таблица 1

Химический состав базальтов и их стекла (извержения 1941,

№ обр.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O-
1	51,66	2,26	14,58	2,06	9,23	0,17	4,91	8,18	3,17	2,36	Не опр.
2	50,29	1,02	19,60	2,23	6,76	0,14	5,63	7,42	2,89	1,79	0,37
3	51,30	1,65	15,22	3,74	7,98	0,20	5,12	8,36	3,40	2,15	0,00
4	49,84	0,95	15,73	3,23	6,16	0,12	9,83	9,61	2,51	1,17	0,00
5	49,44	1,19	15,10	3,18	6,78	0,20	9,06	9,49	2,70	1,39	0,10
6	50,52	1,82	16,23	3,52	6,20	0,18	6,88	8,56	3,23	1,86	0,00
7	49,94	1,80	17,60	2,93	7,75	0,23	4,38	8,60	4,00	2,25	0,00
8	50,78	2,01	14,44	2,96	9,63	0,22	5,56	7,49	3,71	2,52	0,30
9	51,44	1,58	18,71	2,33	6,92	0,16	3,69	8,68	3,77	2,04	0,16
10	51,96	2,10	15,10	2,49	8,96	0,20	4,19	7,35	3,71	2,71	0,04
11	51,16	2,15	15,0	3,41	7,84	0,19	4,01	7,36	3,60	2,58	1,04

1 — обломки базальта, выброшенные из кратера. Аналитик М. Т. Сялютина (коллекция Нипогосьяна, неопубликованный анализ); 2 — крупнопорфировый базальт кратера. Аналитик Н. Н. Шаврова (Влодавец, 1940 г.); 3 — базальт лавовой пены, выбросы кратера 1941 г. Аналитик О. Л. Алексеева; 4—5 — оливин-авгитовый базальт побочного кратера излияния 1941 г. Аналитики А. Разживина и Г. Ф. Некрасова; 6 — основная масса оливин-авгитового базальта излияния 1941 г. Аналитик В. М. Солдатов; 7 — крупно-

Состав плагиоклаза в породах 1966 и 1970 гг. и плагиоклазовых лапиллях идентичен и относится к лабрадору (табл. 2). При пересчете на 32 атома кислорода, входящих в элементарную ячейку, состав его также отвечает плагиоклазу № 61, что хорошо согласуется с оптическими данными.

Присутствие Fe, Ti, Mg, по-видимому, можно объяснить загрязненностью, включениями стекла и рудной пыли и, возможно, частичным вхождением в решетку кристалла.

Оливин составляет 1—3% объема породы. Представлен корродированными, плохо сохранившимися зернами. Одни из них раздроблены, другие оплавлены с характерными заливами стекловатого мезостазиса. В отдельных случаях наблюдается захват оливина плагиоклазом. Сохранившиеся зерна имеют размеры $0,2 \times 0,5$ и $0,1 \times 0,3$ мм. По оптическим свойствам ($2V = \text{от } +88 \text{ до } \pm 90^\circ$) состав оливина соответствует Fa_{8-12} , Fo_{92-88} .

Основная масса составляет 60—70% объема породы и представлена темно-бурым, темно-зеленым и реже светло-зеленым стеклом, в котором изредка встречаются микролиты плагиоклаза, зародыши темноцветных минералов и мелкая пыль магнетита.

Показатели преломления стекла основной массы ($N = 1,568—1,570$) и «волос Пеле» ($N = 1,567—1,568$) очень близки и соответствуют базальтовому составу. Это подтверждается и данными химических анализов (см. табл. 1).

Вулканические газы. Как было показано выше, наряду с твердыми продуктами из кратера шла непрерывная эмиссия вулканических газов. Характер выделения их из жерл менялся от свободного парения до истечения со скоростью от 50 до 150 м/сек. В последнем случае, примерно до высоты 10—40 м, газы поднимались концентрированной струей, были сильно перегреты и часто бесцветны. Выше указанного предела происходило быстрое расширение их и активная конденсация пара. Над кратером наблюдалась клубящаяся масса молочно-

из основной массы вулкана Плоский Толбачик
1966 и 1970 гг.)

	H ₂ O+	P ₂ O ₅	Σ	a	c	b	S	Q	a/c	alkal	SI	S
He опр.	0,56	99,63	10,3	4,7	24,4	60,60	—4,3	2,1	20,11	22,54	3,53	
1,34	0,15	99,63	9,6	9,1	19,6	61,7	—4,9	1,0	24,28	29,17	3,00	
0,00	0,50	100,03	10,5	4,9	24,8	59,8	—6,4	2,1	20,77	22,86	3,71	
0,08	0,25	100,1	7,1	6,8	29,6	53,5	—8,0	1,0	19,41	42,83	1,97	
0,32	0,16	99,61	7,9	6,0	30,0	56,1	—9,6	1,3	19,19	39,2	2,59	
0,17	0,40	99,62	9,9	5,9	25,3	58,9	—7,9	1,9	21,37	31,64	3,51	
0,46	0,54	100,48	12,4	5,8	22,4	59,4	—1,7	2,1	23,85	20,55	5,62	
	0,5	99,62	11,7	3,6	26,3	53,4	—10,2	3,3	20,67	22,80	4,93	
0,25	0,25	100,05	11,7	7,5	18,9	61,9	—7,6	1,5	24,52	19,63	3,99	
0,21	0,57	99,59	12,1	4,0	22,8	61,0	—6,2	3,0	21,52	18,99	4,59	
0,63	0,63	99,59	12,0	4,3	22,6	61,2	—6,8	2,8	21,18	18,7	4,68	

порфиновый базальт вулканизм бомбы. Выбросы кратера 1966 г. Аналитик Г. Ф. Некрасова; 8 — стекло основной массы из того же базальта. Аналитик Т. В. Долгова; 9 — крупнопорфиновый базальт. Выбросы 1970 г.; 10 — стекло основной массы из того же базальта; 11 — «волосы Пеле», выброшенные из кратера в 1970 г. Аналитик В. М. Солдатов.

Таблица 2

Год	Образец	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	При пересчете			по 2V		Температура S ^o по Кутюлину
											Ab %	Ap %	Or %	Ap %	Ab %	
1966	7	52,03	0,11	29,16	0,46	0,78	0,17	12,41	4,10	0,63	34,5	61,5	4,0	58—62	1202	
1970	8	52,98	0,17	29,40	0,59	0,57	Следы	11,89	4,13	0,63	35,0	61,0	4,0	60—62	1226	

4. (Na_{1,4}Ca_{2,4}K_{0,12}Fe_{0,08}Al_{4,0}(Si_{10,0}Ti_{0,03}Al_{6,3}Fe_{0,06})_{16,0}O₃₂ 8. (Na_{1,4}Ca_{2,4}K_{0,15}Fe_{0,05}Al_{4,0}(Si_{9,8}Ti_{0,03}Al_{6,3}Fe_{0,07})_{10,0}O₃₂

Таблица 3

Химический состав водных вытяжек из обломков и состав снега, отобранных вблизи и на удалении от кратера в 1966 и 1970 гг. (аналитики С. Ф. Попова, В. И. Цвеклова)

Образец	Катионы (мг/100 г, мг/л)										Анионы (мг/100 г, мг/л)					Общая минерализация, г/л	pH	Формула химического состава	
	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Σ Fe	Σ	Br ⁻	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Σ	H ₂ SiO ₃				H ₂ BO ₃
1	2,1	1,8	16,0	5,2	80,9	54,1	160,1	10,6	50,0	326,0	107,0	Не опр.	484,0	0,09	1,2	0,65	M _{0,65} $\frac{Cl_{65}F_{18}SO_{416}}{Al_{70}Fe_{20}}$		
2	1,5	6,20	92,2	4,1	2,9	1,2	146,1	2,7	20,0	60,6	158,0	»	324,0	5,2	1,5	0,4	M _{0,4} $\frac{SO_{454}Cl_{28}F_{17}}{Ca_{75}(Al+Fe)_{13}}$		
3	3,0	2,8	8,4	4,4	1,6	0,0	20,2	1,3	4,0	15,6	22,2	»	51,0	0,3	0,2	0,07	M _{0,07} $\frac{SO_{437}Cl_{35}F_{17}}{Ca_{38}Mg_{29}Al_{14}NH_{413}}$		
4	1,5	6,0	39,3	1,4	21,7	1,4	74,0	Не опр.	38,6	2,1	103,6	14,6	162,0	Не опр.	»	0,2	0,2	M _{0,2} $\frac{SO_{449}F_{45}}{Al_{48}Ca_{39}}$	
5	0,7	46,6	16,4	77,4	35,7	51,2	17,9	245,8	38,0	250,6	302,6	85,4	676,6	»	»	0,9	0,9	M _{0,9} $\frac{Cl_{42}SO_{436}F_{12}}{Al_{35}Ca_{24}Mg_{18}(Na+K)_{13}}$	
6	0,1	11,9	8,5	79,4	29,9	82,2	45,2	257,2	164,0	99,3	281,3	36,6	531,1	»	»	0,8	0,8	M _{0,8} $\frac{F_{48}SO_{439}Cl_{10}}{Al_{49}Ca_{21}Mg_{13}Fe_{11}}$	
7	0,1	6,4	2,9	47,2	8,2	25,9	32,4	93,5	75,2	68,2	41,0	—	184,4	»	»	0,3	0,3	M _{0,3} $\frac{F_{59}Cl_{120}SO_{413}}{Al_{42}Fe_{20}Ca_{12}Mg_{10}}$	

1 — обломки с желтым налетом вознонов с края жерла (1966 г.); 2 — обломки с желтым налетом вознонов с осины в кратере (1966 г.); 3 — обломки и пелел с кромки кратера (1970 г.); 4 — пелел с кромки кратера (1970 г.); 5 — снег с кромки кратера (1970 г.); 6 — снег в 30 м от кромки кратера (1970 г.); 7 — снег в 250 м от кратера (1970 г.).

белого цвета, высота которой менялась от 200 до 1000 м. Примерный дебит их составлял от 8 до 18 тыс. м³/сек.

В периоды извержений, особенно при проявлении вулканско-стромболианского типа, высота эруптивного облака достигала 1,5—3 км. Газы были нагружены обломочным материалом, в результате чего имели серую и темно-серую окраску. В таких случаях начальная скорость их и особенно плотность были значительно выше по сравнению с чисто газовой эмиссией.

В связи с труднодоступностью жерл была сделана попытка качественного определения состава вулканических газов по водным вытяжкам из мелкообломочного материала и составу снега, отобранных как вблизи, так и на некотором удалении от кратера. Предполагалось, что сорбция, а также отсадка и быстрая закалка некоторых соединений газов могут нести некоторую информацию об их составе. Результаты, полученные при этом, сведены в табл. 3. Анализ их показал, что в водных вытяжках из свежих пеплов при незначительной минерализации (0,05—0,2 г/100 г) в анионной части SO₄²⁻ и (F⁻+Cl⁻) присутствуют примерно в равных количествах. Из петрогенных компонентов наблюдаются Ca²⁺, Al³⁺, Mg²⁺. В водных вытяжках из обломков лав, зараженных возгонами, в прижерловом участке отмечается явное преобладание хлоралюмината, а на осыпи в юго-западной части дна кратера — сульфата кальция. Присутствие последнего, по-видимому, указывало на проявление поверхностных процессов, происходящих уже в осыпи обломочного материала.

В пробах снега, отобранных по профилю в момент извержения стромболианско-гавайского типа, обнаружены в основном те же элементы, что и в обломочном материале прижерлового участка, но со значительно большим количеством в анионной части F⁻, Cl⁻, а в катионной — Fe и Mg. В последнем случае, по-видимому, наиболее реально отражается газовый состав и вынос петрогенных элементов из расплава базальтов вулкана Плоский Толбачик.

ВЫВОДЫ

Суммируя результаты наблюдений за деятельностью вулкана, а также изучения продуктов извержений вулкана Плоский Толбачик, можно сделать следующие основные выводы.

В 1965—1970 гг. примерно 2/3 времени вулкан находился в активном состоянии, чаще всего в начале и в конце каждого года. Но наиболее активная стадия его деятельности отмечается в 1965 и особенно в 1970 гг. В развитии извержения обычно наблюдалась некоторая закономерность: усиленная эмиссия газов — стромболианско-гавайский или стромболианский тип извержения, затем взрывы вулканско-стромболианского, реже вулканского типов и выброс накопившегося лавового материала за пределы кратера.

Деятельность вулкана в описываемый период сосредоточивалась в одном — трех жерлах, приуроченных к трещине северо-западной (субмеридиональной) ориентировки, которая служит выводным каналом лавового резервуара значительно больших размеров.

При сравнении химического состава базальтов 1966 и 1970 гг. наблюдаются некоторые различия в содержании окислов, по-видимому не превышающие пределов ошибки анализа. Тем не менее по некоторым характеристикам, рассчитанным по А. Н. Заварицкому, эти различия становятся более четкими, особенно по «в», «Q» и а/с и сериальному

индексу Ритмана. По $alkal$ и SI (индекс затвердевания) породы почти идентичны (см. табл. 1).

При сравнении химического состава базальтов и их основных масс в последних отмечается уменьшение Al_2O_3 , CaO и некоторое увеличение FeO , TiO_2 , MgO и K_2O , что связано с разубоживанием ее плагиоклазом и обогащением микролитами темноцветных. K_2O , по-видимому, в большей степени концентрируется в основной массе породы. Состав стекла «волос Пеле» полностью соответствует основной массе породы. На диаграмме А. Н. Заварицкого фигуративные точки, отражающие их состав, полностью совпадают (рис. 5). Фигуративные точки породы и основных

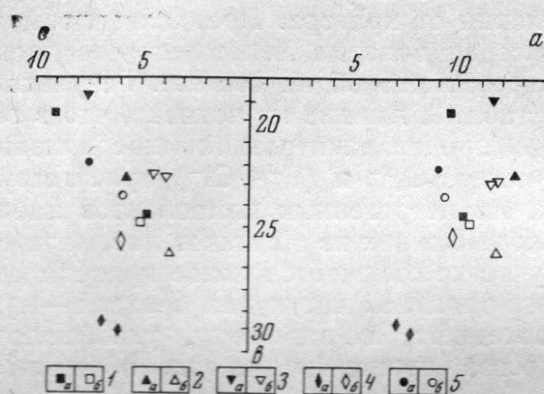


Рис. 5. Диаграмма химического состава базальтов и их основных масс датированных извержений в Плоского Толбачика

1а, б — крупно-порфировые базальты и их основная масса (1941 г.), 2а, б — крупно-порфировые базальты и их основная масса (1966 г.), 3а, б — крупно-порфировые базальты и их основная масса (1970), 4а, б — оливин-пироксеновые базальты и их основная масса побочного кратера (извержение 1941 г.), 5а, б — средний состав базальтов и их основных масс датированных извержений Ключевского вулкана

масс отличаются одна от другой на 3,5—4 деления по «в» в сторону увеличения основности, причем наименьшая основность (18,9) наблюдается в базальтах 1970 г. и наибольшая (26,3) — в основной массе 1966 г.

Анализ химизма базальтов всех датированных извержений вулкана Плоский Толбачик (1941—1970 гг.) показал, что никакой эволюции во времени не прослеживается. В то же время фигуративные точки их на диаграмме образуют центральное поле ($B = 22,5—26,0$) с некоторыми отклонениями валового состава вверх ($B = 19—20$) и вниз ($B = 29—30$). Верхние точки представляют плагиоклазовые базальты 1941 и 1970 гг., нижние — оливин-пироксеновые базальты побочного кратера извержения 1941 г. В центральное поле попадают базальты 1941 и 1966 гг., а также все основные массы датированных извержений. Интересно отметить тот факт, что основная масса базальтов побочного кратера также попадает в центральное поле фигуративных точек. Это обстоятельство, как и общая сосредоточенность основных масс в одном поле, по-видимому, указывает на родоначальность их состава. Положение же поля на диаграмме А. Н. Заварицкого, а также сравнение с базальтами Ключевского вулкана, где такая же картина получена на значительно большем материале (III общих анализов пород и 20 основных масс), позволяют отнести основные массы базальтов Плоского Толбачика к высокоглиноземистому типу магмы. Верхние и нижние отклонения фигуративных точек базальтов можно отнести к ее дифференциатам.

Вулканические газы в описываемый период были представлены в основном галоидами (F^- , Cl^- , Br^-). Их эмиссия, особенно в момент извержений, осуществлялась при высокой температуре ($800—1200^\circ C$) и постоянно сопровождалась выносом значительного количества петрогенных компонентов, таких, как Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe и др. Примерный дебит истечения при пересчете на водяной пар составляет 1,5—3 т/сек.

При сравнении с лавовым материалом, дебит которого равнялся 20—25 т/сек, газы составляли 8—10% и больше. Это несоответствие с существующими представлениями (Мархинин, 1968; Кадик и др., 1971) вполне объяснимо при наличии лавового резервуара бóльших, чем выводящая трещина, размеров. На существование такого резервуара под кратером вулкана Плоский Толбачик в какой-то мере указывало и свободное волнообразное движение жидкой лавы в полостях жерл (май 1970 г.).

Высказанное положение дает возможность объяснить особый характер как самих извержений, так и их продуктов. Пересыщенность газами и их окисление в верхней части канала постоянно поддерживают высокую температуру расплава (1000—1200°С и больше), делают его неравномерным и создают условия для растворения одних кристаллов (оливин) и роста других (сростки плагиоклаза). Немаловажную роль здесь, по-видимому, играет и вынос газами петрогенных компонентов, таких, как Al, Ca, Mg, Fe.

ЛИТЕРАТУРА

- Влодавец В. Н. Ключевская группа вулканов.— Труды Камчатской вулканол. станции, 1940, вып. 1.
- Заварицкий А. Н. Введение в петрохимию изверженных пород. М., Изд-во АН СССР, 1950.
- Кадик А. А., Лебедев Е. Б., Хитаров Н. И. Вода в магматических расплавах. М., «Наука», 1971.
- Меняйлов А. А. Состояние вулкана Плоского Толбачика в 1946—48 гг.— Бюлл. Вулканол. станции, 1953, № 17.
- Мархинин Е. К. Кратер вулкана Плоского Толбачика 6—8 сентября 1962 г.— Бюлл. вулканол. станций, 1964, № 37.
- Мархинин Е. К. Количество газовых компонентов, участвовавших в вулканических взрывах при извержении кратера им. Пийпа в 1966 г.— Бюлл. вулканол. станций, 1968, № 44.
- Пеликан А. Плавленые камни. М., Гос. науч. тех. издат. по черной и цветной металлургии, 1959.
- Пийп Б. И. Активность вулкана Плоского Толбачика.— Бюлл. вулканол. станции, 1946, № 12.
- Пийп Б. И. Вулкан Плоский Толбачик.— Бюлл. вулканол. станции, 1954, № 20.
- Попков В. Ф. Вулканическая деятельность Плоского Толбачика вулкана в 1940 году.— Бюлл. вулканол. станции, 1946, № 12.
- Пронин А. А., Федоров М. В., Серафимова Е. К. Активный кратер вулкана Плоского Толбачика в 1965—66 гг.— Бюлл. вулканол. станций, 1970, № 46.
- Сиринов А. Н., Фарберов А. И. Извержение вулкана Плоского Толбачика в 1961—62 гг.— Бюлл. вулканол. станции, 1964, № 34.