

В.А.ЛЕОНОВ, Н.А.ХРАМОВ

**ОСОБЕННОСТИ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ СТАДИИ  
БОЛЬШОГО ТРЕЩИННОГО ТОЛБАЧИНСКОГО ИЗВЕРЖЕНИЯ**

Извержение в трещинной зоне вулкана Плоский Толбачик, начавшееся 6 июля 1975 г., закончилось 10 декабря 1976 г. прекращением деятельности Южного конуса, последнего из серии конусов Большого трещинного Толбачинского извержения. Ход этого извержения и разнообразные сопровождающие его процессы и явления рассмотрены во многих публикациях (Федотов и др., 1976а; 1976б; 1976в; Токарев, 1976; Материалы III советско-японского симпозиума..., 1975; и др.).

Извержение Южного прорыва продолжалось непрерывно на протяжении 15 мес. В результате его деятельности были сформированы шлаковый конус высотой 160 м и обширный лавовый покров к западу от конуса. Общий объем излившейся лавы составил 0,5-0,7 км<sup>3</sup>, пирокластического материала было выброшено около 0,065 км<sup>3</sup> (Федотов и др., 1978). Деятельность этого прорыва была, таким образом, преимущественно эффузивной, причем истечение лавы происходило не через центральный кратер, а через бокки (от 1 до 5), периодически открывавшиеся у основания конуса в различных его точках и действовавшие от нескольких суток до одного и даже трех месяцев.

Эруптивная деятельность Южного прорыва была умеренной и выражалась главным образом в выбросах раскаленных *шлаков* и бомб до высоты 300 м над кратером. Более редкие пепловые выбросы достигали высоты 1 км.

В период с 16 октября по 8 декабря 1976 г. авторы проводили регулярные каждодневные наблюдения за деятельностью Южного конуса и оказались, таким образом, свидетелями заключительной стадии извержения.

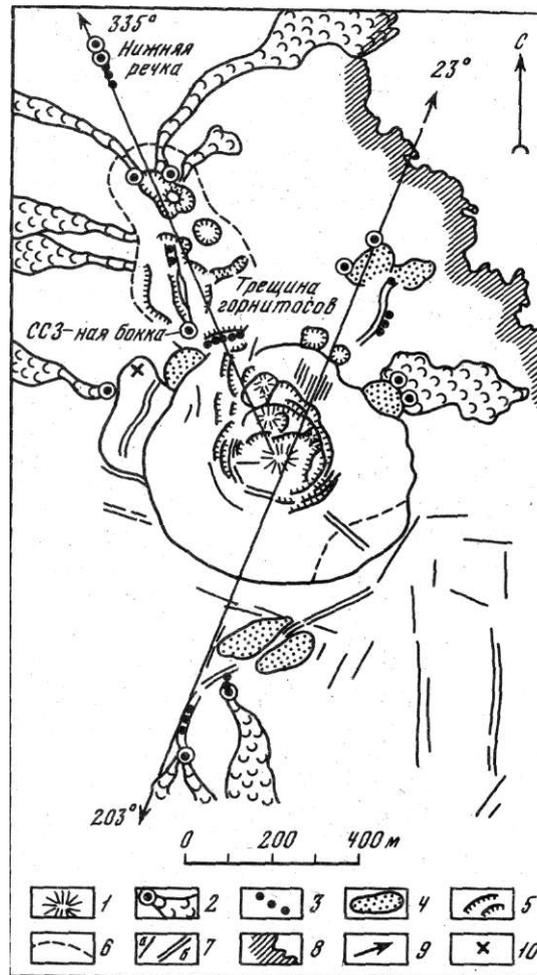
Наиболее примечательной особенностью этого периода является четко выраженная цикличность вулканической деятельности. Она сказалась в чередовании во времени периодов усиления и уменьшения активности, определяющейся в основном по расходам лавы, частоте и интенсивности выбросов пирокластического материала.

Наблюдения за расходами лавы проводились по обычной методике, включающей измерение сечения лавового потока и его скорости. Эти наблюдения по неизбежности не могут быть точными, но в нашем случае они существенно облегчались тем, что практически с самого начала и до конца наблюдений основное истечение лавы происходило из одной бокки у северо-северо-западного основания конуса. Это позволяло сравнительно более строго судить об относительных общих изменениях расходов лавового материала. В течение второй половины октября и в ноябре истечение лавы наблюдалось также из бокки к северо-востоку от конуса (рис. 1), но ее деятельность была эпизодической, с незначительным по масштабам поступлением лавы, которое, впрочем, тоже учитывалось при оценке общих расходов.

На полученном графике расходов лавы (рис. 2) (с 17 октября и до конца извержения) отчетливо обособляются 4-5 максимумов интенсивности, разделенные участками с минимальными расходами. Выделяются, таким образом,

Рис. 1. Южный конус в заключительной стадии извержения (схема)

1 - кратерные воронки (жерла) на конусе; 2 - некоторые лавовые потоки и места истечения лавы (бокки); 3 - горнито-сы; 4 - шлаковые холмы; 5 - трещины проседания и уступы ограничения блоков на конусе и сводовом поднятии; 6 - граница сводового поднятия; 7 - трещины (а) и линейные зоны зияющих трещин (б) на конусе и на лавовом поле; 8 - край лавового поля; 9 - направления основных структурных зон; 10 - точка повторных фотосъемок (см. рис. 3)



4-5 циклов с продолжительностью от 8 до 14 дней. Наибольшие расходы лавы (10-12 м<sup>3</sup>/с) были зафиксированы в начале первого цикла (20-21 октября). Последующие максимумы интенсивности приходятся на начало, середину, конец ноября и на 6 декабря. Все они, за исключением последнего, имеют ту особенность, что каждый последующий из них не достигает по значениям расходов каждого предыдущего и в целом, таким образом, они создают картину закономерного и последовательного затухания вулканической активности.

Ход приведенной кривой оказывался столь характерным, что даже позволял с середины ноября в рабочем порядке прогнозировать деятельность вулкана на ближайшие дни и возможное окончание извержения на первые числа декабря. И, хотя извержение действительно закончилось 10 декабря, наметившаяся закономерность в деятельности вулкана была нарушена резким увеличением на последнем этапе расходов лавы с начальным максимумом до 20 м<sup>3</sup>/с, значительно превышающим по интенсивности все предыдущие.

С приведенным графиком расходов лавы хорошо коррелируется также гистограмма поступления пирокластического материала (см. рис. 2, II). Из их сопоставления видно, что максимумам расходов лавы соответствуют наибольшие по частоте и высоте (интенсивности) выбросы пепла. Периодам, когда расход лавы понижался или был минимальным, на конусе соответствуют обычно стадии умеренного фонтанирования лавы.

Все основные видимые проявления вулканической активности Южного конуса пространственно четко тяготеют к направлению, имеющему азимут простираения 335-340° и были связаны между собой. На этом направлении, начиная от центра конуса, было последовательно отмечено следующее.

1. В кратере - два жерла, ориентированные примерно по линии, имеющей простираение 340°.

2. На северо-северо-западном склоне конуса - крупная секторная просадка постройки конуса, образовавшаяся 27 ноября. Вертикальная амплитуда опускания достигала 5 м по всей высоте конуса.

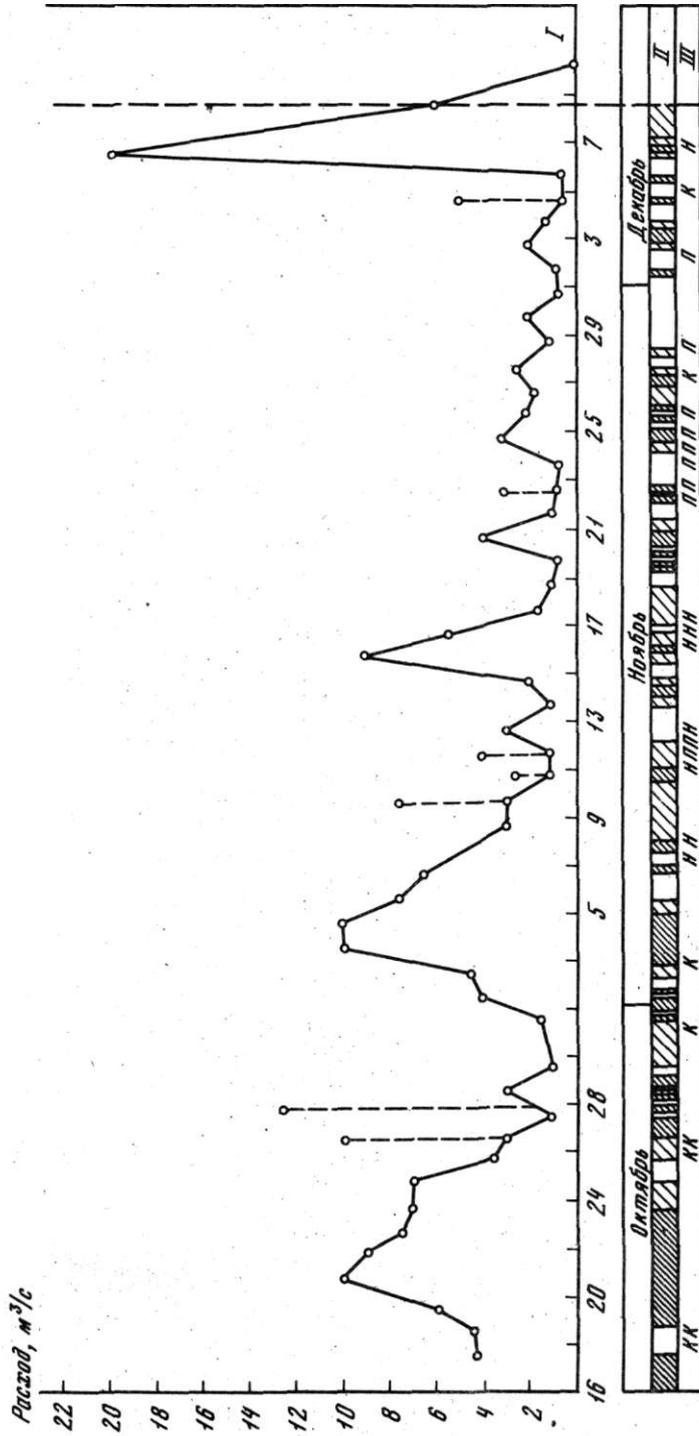


Рис. 2

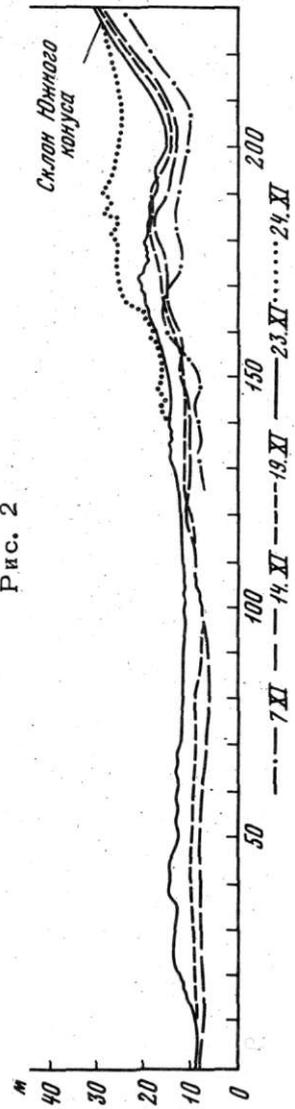


Рис. 3

3. Периодическое возникновение начиная с 7 ноября в пределах ССЗ-ного сектора бокового жерла, через которое пирокластический материал (главным образом черные пеплы) выбрасывался в вертикальном направлении мощными струями до высоты 100-150 м. Это жерло, меняя высоту на склоне конуса, смешалось с течением времени по линии с простиранием  $340^\circ$ .

4. Существование в течение длительного времени (конец октября-ноябрь) у северо-северо-западного основания конуса так называемой линии горнитосов - цепочки мощных газовых струй, периодически выбрасывавших обломки лавы или дававших даже лавовые фонтаны до высоты 20 м (см. рис. 1). У западного конца этой трещины ("линии") была расположена основная лавовая бокка.

5. Образование на лавовом плато к северо-северо-западу от конуса вулканического свода (размер  $200 \times 50$  м), имеющего в плане овальные очертания, с длинной осью, ориентированной по простиранию  $340^\circ$  (см. рис. 1; рис. 3). Свод имеет блоковое строение, разбит многочисленными зияющими трещинами разных направлений (наиболее активная в течение всего времени наблюдений - центральная, проходящая по длинной оси поднятия). Структурные перестройки в пределах этого свода отмечались постоянно, почти ежедневно.

На рис. 3 показано сопоставление профилей этого вулканического свода, построенных по данным фотосъемок с неподвижной точки. Съемка производилась непосредственно вслед за очередной деформацией свода. Вертикальные колебания при деформациях достигали 5-10 м.

6. В 600 м к северо-северо-западу от основания конуса на той же линии с простиранием  $335-340^\circ$  длительное время, с 16 по 24 ноября, действовала лавовая речка (Нижняя речка) с относительно устойчивым расходом, которую поэтому можно, по-видимому, считать самостоятельной боккой. От ее истоков в направлении сводового поднятия и главной бокки прослеживалась зона зияющих трещин с многочисленными фумаролами и горнитосами.

7. На юго-восточном склоне конуса все на том же направлении с простиранием  $340^\circ$  18,26 октября и позднее возникали концентрические просадки.

Характерной оказывается также взаимосвязь большинства указанных явлений. Например, массовому излиянию лавы, отмечающему обычно начало нового цикла активности, всегда предшествовала крупная структурная перестройка в пределах вулканического свода, которая выражалась, как правило, в росте поднятия, появлении трещин, в том числе поперечных, и т.д.

Усиление выбросов пепла и бомб на конусе сопровождалось одновременным увеличением активности бокового жерла и горнитосов у основания конуса. С некоторым запозданием, но не более чем на 20-25 мин, обычно при этом увеличивались и расходы лавы из главной бокки и из других источников. Во время отдельных пульсаций лава одновременно начинала переливаться почти по всей 200-метровой длине из центральной трещины на своде поднятия и из многочисленных трещин у основания свода. При этом обычно формировались короткие (не более 50-100 м) потоки лавы, растекающиеся во все стороны от вулканического свода.

И наоборот, в периоды уменьшения активности центрального и бокового жерла конуса происходило прекращение деятельности большинства мелких источников и переливания лавы из центральной трещины на своде.

Рис. 2. Некоторые характеристики процесса извержения ^

I - график поступления лавы; II - интенсивность пепловых выбросов (показана качественно - густотой штриховки, участки без штриховки - стадии фонтанирования лавы); III - график деформаций: K — образование концентрических

**II - структурные перестройки в пределах сводового поднятия и шлаковых холмов**

Рис. 3. Продольные профили поверхности сводового поднятия, полученные путем повторных фотосъемок из одной точки

## Химический состав продуктов извержения Южного конуса

Окислы	Лавы	Лава 17.X76	Бомба 17.X76	Лава 25.X76	Бомба 1. XI 76	Лава 3.XI 76
SiO <sub>2</sub>	51,04	51,08	50,82	51,28	50,98	50,58
TiO <sub>2</sub>	1,50	1,60	1,72	1,60	1,66	1,56
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,68	17,26	17,93	17,81	17,45	17,36
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,67	3,00	3,01	2,05	2,36	3,06
FeO	6,84	8,05	6,60	7,37	7,80	7,53
MnO	0,15	0,18	0,15	0,16	0,17	0,15
MgO	5,24	4,32	4,68	4,42	4,73	4,38
CaO	8,87	8,51	8,80	8,15	8,01	9,01
Na <sub>2</sub> O	3,49	4,67	3,71	4,00	3,56	3,36
K <sub>2</sub> O	1,93	2,11	2,11	2,11	2,11	2,15
H <sub>2</sub> O	0,15	-	-	-	0,06	-
H <sub>2</sub> O+	0,10	-	-	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,41	0,62	0,58	0,60	0,62	0,60
Сумма		100,40	100,22	99,55	99,51	99,74

Примечание. 1 - базальты Южного прорыва начальной стадии деятельности. Среднее из 5 анализов (Вольнец и др., 1966), 2-13 - базальты Южного прорыва заключительной стадии деятельности. Анализы химической ла-

В качестве примера, подчеркивающего эту зависимость и рисующего в то же время общий характер извержения, можно привести краткие дневниковые записи наблюдений за 13 ноября 1976 г.

'...13 ч 00 мин - на конусе полное затишье, из кратера идет лишь интенсивное выделение пара; 13 ч 15 мин - заработало боковое жерло, выбрасывает мощные струи черных пеплов; 13 ч 22 мин - начали действовать горнитосы, из их трещины начали изливаться два небольших лавовых потока; 13 ч 40 мин - наблюдается постепенное увеличение расходов лавы в основном лавовом потоке ССЗ-ной бокки'.

'...14 ч 50 мин - все лавовые реки застыли, в кратере идет фонтанирование лавы, пепловых выбросов не наблюдается; 15 ч 00 мин из кратера начались пепловые выбросы, активно заработали горнитосы, из их трещины вновь изливаются плащеобразные потоки лавы; 15 ч 05 мин - излияние лавы из нового центра к ССЗ от конуса; 15 ч 06 мин - перестали действовать горнитосы; 15 ч 14 мин - прекратились выбросы пепла из кратера, застыли все центры излияния лавы; 15 ч 18 мин - произошло несколько выбросов пепла из бокового жерла, затем последовали пепловые выбросы из центрального жерла; 15 ч 40 мин - вновь начались выбросы пепла из бокового жерла; 15 ч 44 мин - активно заработали горнитосы; к 15 ч 50 мин - произошло излияние нескольких плащеобразных потоков лавы из трещины горнитосов; 15 ч 55 мин - перестали действовать горнитосы, наблюдается постепенное увеличение расходов лавы в лавовом потоке главной бокки'.

**Подобная закономерная приуроченность перечисленных явлений к одному направлению, имеющему азимут простирания 335-340°, их взаимная связь во времени, по-видимому, свидетельствуют о наличии здесь глубокой трещины этого же направления и о трещинном питании этой зоны лавовым материалом.**

Бомба 3.XI 76	Лава 11.XI76	Бомба 15.XI76	Лава 28.XI 76	Бомба 4.XII76	Лава 4.XII76	Бомба 8.XII76
51,23	50,90	51,18	51,22	50,66	50,77	50,64
1,64	1,64	1,60	1,64	1,60	1,52	1,68
17,62	17,04	17,36	17,62	17,09	17,50	17,08
2,98	3,45	2,87	2,65	2,63	3,29	2,63
6,85	7,21	7,50	7,07	7,76	7,24	8,00
0,16	0,18	0,18	0,16	0,18	0,19	0,19
4,70	4,50	4,60	4,57	4,47	4,57	4,47
8,04	8,61	8,58	8,26	8,83	8,67	8,58
3,51	3,67	3,62	3,56	3,67	3,66	3,62
2,11	2,11	2,14	2,09	2,21	2,16	2,18
-	-	-	0,06	-	-	-
0,60	0,63	0,60	0,59	0,62	0,61	0,62
99,44	99,94	100,23	99,48	99,72	100,18	99,80

боратории Института вулканологии ДВНЦ АН СССР. Аналитики: 2, 3, 6, 8, 9, 11-13 - Т.В.Долгова; 4, 5, 7, 10 - А.М.Округина.

Ее заполнение может считаться, таким образом, дайкой, связанной, по-видимому, с центральным питающим каналом и являющейся боковым его ответвлением. Интересно в связи с этим отметить, что само возникновение Южного прорыва в сентябре 1975 г. произошло на трещине этого же направления. Это может свидетельствовать о длительной (на всем протяжении извержения Южного конуса) активности рассматриваемой трещинной зоны.

Из других особенностей последнего этапа извержения Южного конуса обращают на себя внимание постепенное общее увеличение вязкости лавы, заметное по уменьшению ее текучести, ухудшению пластических свойств и появлению характерных форм мелкоглыбовой поверхности лавовых потоков. По-видимому, это явилось следствием снижения температуры лавы и уменьшения ее газонасыщенности, также наблюдавшимися непосредственно. Вместе с тем в заключительный цикл интенсивности 6-7 декабря 1976 г. наряду с вязкими лавами были отмечены и потоки высокотемпературных жидких лав.

Другие признаки изверженного материала, в частности его химический состав, по сравнению с предыдущими этапами извержения не претерпели существенных изменений (см. таблицу).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Волынец О.Н., Флеров Г.Б., Хренов А.П., Ермаков Д.А. Петрология вулканических пород трещинного Толбачинского извержения 1975 г. - Докл. АН СССР, 1976., т. 228, № 6, с.1419-1422.
- III Советско-Японский симпозиум по геодинамике и вулканизму зоны перехода от Азиатского континента к Тихому океану: Тезисы докл. Новоалександровск, 1976, вып. 1-3.

- Токарев П.И. Предсказание места и времени Большого трещинного Толбачинского - извержения в июле 1975 г. - Докл. АН СССР, 1976, т. 229, № 2, с. 439-442.
- Федотов С.А., Горельчик Б.И., Степанов В.В. Сейсмические данные о магматических очагах и развитии базальтового трещинного Толбачинского извержения в 1975 году на Камчатке. - Докл. АН СССР, 1976а, т. 228, № 6, с. 1407-1410.
- Федотов С.А., Хренов А.П., Чирков А.М. Большое трещинное Толбачинское извержение 1975 г. Камчатка. - Докл. АН СССР, 1976б, т. 228, № 5, с. 1193-1196.
- Федотов С.А., Мархинин Е.К., Ковалев Г.Н. и др. Большое трещинное Толбачинское извержение на Камчатке: Южный прорыв 1975-1976 гг. - Докл. АН СССР, 1978.
- Федотов С.А., Энман В.Б., Магуськин М.А. и др. Внедрение базальтов и образование питающих трещин Большого трещинного Толбачинского извержения 1975 г. по геодезическим данным. - Докл. АН СССР, 1976в, т. 229, № 1, с. 170-173.