

Г. С. ГОРШКОВ

## СПЕКШИЙСЯ ТУФ КАЛЬДЕРЫ ЗАВАРИЦКОГО

(о-в Симушир, Курильские острова)

*(Лаборатория вулканологии АН СССР)*

Спекшиясы туфы или игнимбриты на Курильских островах до самых последних лет не были известны. Впервые эти породы были обнаружены на Курилах только в 1958 г. при исследовании кальдеры Заварицкого (о-в Симушир, Центральные Курилы). Игнимбриты кальдеры Заварицкого были довольно бегло осмотрены в 1958 г. и несколько подробнее в 1959 г.<sup>1</sup>

Кальдера Заварицкого—действующий вулкан, расположенный в южной части о-ва Симушир, в самом центре Курильской островной дуги. Вулкан имеет сложное строение: массив состоит из двойной соммы и частично взорванного центрального конуса с кальдерой, заполненной озером. Во внутренней кальдере расположены современные эруптивные аппараты. I сомма сохранилась только частично в виде полукольца в южной части вулкана; гребень соммы достигает высоты 450—500 м, диаметр ее кальдеры составлял около 10 км. II сомма сохранилась лучше и представляет почти полное кольцо, разорванное только на северо-западе. Гребень соммы ниже всего (425 м) в западной части и повышается к юго-востоку, где расположена самая высокая отметка всего массива (624 м). Диаметр кальдеры II соммы составляет 7—8 км. Южный и юго-восточный участки II соммы прорезаны долинами крупных ручьев, стекающих внутрь кальдеры.

Центральный конус в значительной мере взорван; сохранился только северный участок конуса (484 м). Внутренняя кальдера занимает не только значительную часть центрального конуса, но и все южное подножие его и прилегающую часть атрио вплоть до склона второй соммы. Южная половина кальдеры врезана прямо в плоскую равнину атрио. Очертания кальдеры имеют вид грубого треугольника 3,5 км длиной с севера на юг, 2,5 км шириной в северной части и 1—1,5 км в южной. Дно кальдеры занято озером, глубина которого превышает 70 м. Глубина кальдеры от наивысшей точки — более 500 м и дно ее находится на 30 м ниже уровня моря.

Породы, слагающие вулкан, варьируют по составу в широких пределах, от андезито-базальтов и базальтов до дацитов. Лавы последнего извержения (1957 г.) принадлежат к андезитам с 56,5—58,5% SiO<sub>2</sub><sup>2</sup>.

В отличие от большинства обычных игнимбритов, которые залегают на внешних склонах кальдер и у их подножия в виде почти горизонталь-

<sup>1</sup> В 1959 г. игнимбриты были также обнаружены и на соседнем острове — Кетой.

<sup>2</sup> Подробности о строении вулкана и о его лавах см. Г. С. Горшков. Кальдера Заварицкого.— Бюлл. Вулканол. станции, № 30, 1960.

ных потоков и покровов, приуроченных к бывшим депрессиям рельефа спекшиеся туфы кальдеры Заварицкого лежат на склонах центрального конуса и второй соммы в виде относительно маломощного слоя, который повторяет все очертания рельефа.

Спекшийся туф обнажен в обрывах верхней кромки внутренней кальдеры; на склонах центрального конуса и в атрио туфы перекрыты более поздней рыхлой пирокластикой.

В южной и юго-восточной частях второй соммы спекшийся туф обнажен прямо на поверхности внутренних склонов. Так, например, склоны одной из долин целиком «забронированы» игнимбритовой покрывкой от гребня кальдеры до самого дна ее, с периклинальным падением от наиболее высоких точек гребня не только наружу, но и внутрь кальдеры

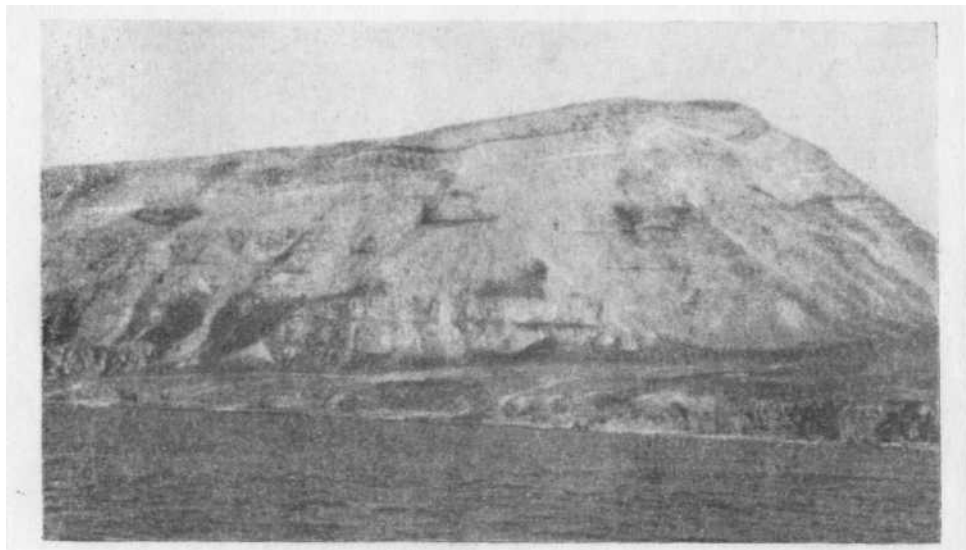


Рис. 1. Игнимбритовая «крыша» на склоне долины II соммы

К западу от этой долины внутренние склоны второй соммы также покрыты игнимбритовой «крышей» с падением внутрь кальдеры. Довольно мощная свита спекшихся туфов имеется также на северном участке второй соммы, повторяя все очертания рельефа и несогласно налегая на коренные породы второй соммы (рис. 1).

В обнажениях долины, о которой говорилось выше, ясно выделяются два слоя спекшихся туфов, общая мощность которых составляет 10—12 м. Верхний слой имеет в массе серую окраску и только самая верхняя часть его окрашена в кирпично-красный цвет. Нижний слой имеет кирпично-красную окраску целиком, а в нижней части содержит многочисленные линзы и прослойки черного стекла.

Оба слоя часто содержат остроугольные обломки различных пород, которые обычно окрашены в светло-серый цвет, независимо от окраски включающего игнимбрита. Размер включений варьирует от десятых долей миллиметра (различимых только в шлифах) до нескольких сантиметров (чаще 1—2 см) (рис. 2).

Под микроскопом в сером игнимбрите обнаруживаются мельчайшие обломки стекла и минералов размером от 2 до 20 м. Окраска в шлифе пятнистая, иногда видна как бы сеть из обломков темно-серого стекла, «ячейки» которой заполнены обломками минералов в смеси со стеклом. По-видимому, в состав породы входят и более крупные обломки, так как

на выветрелых поверхностях выступают отдельные куски пемзовидного стекла размером до 2—3 см, но из-за интенсивного спекания на свежем изломе такие обломки не выделяются, и порода имеет монолитный вид.

Красные игнимбриты, образующие верхнюю часть этого слоя, в общем подобны серым, но интенсивно окрашены окислами железа и несколько более по исты.

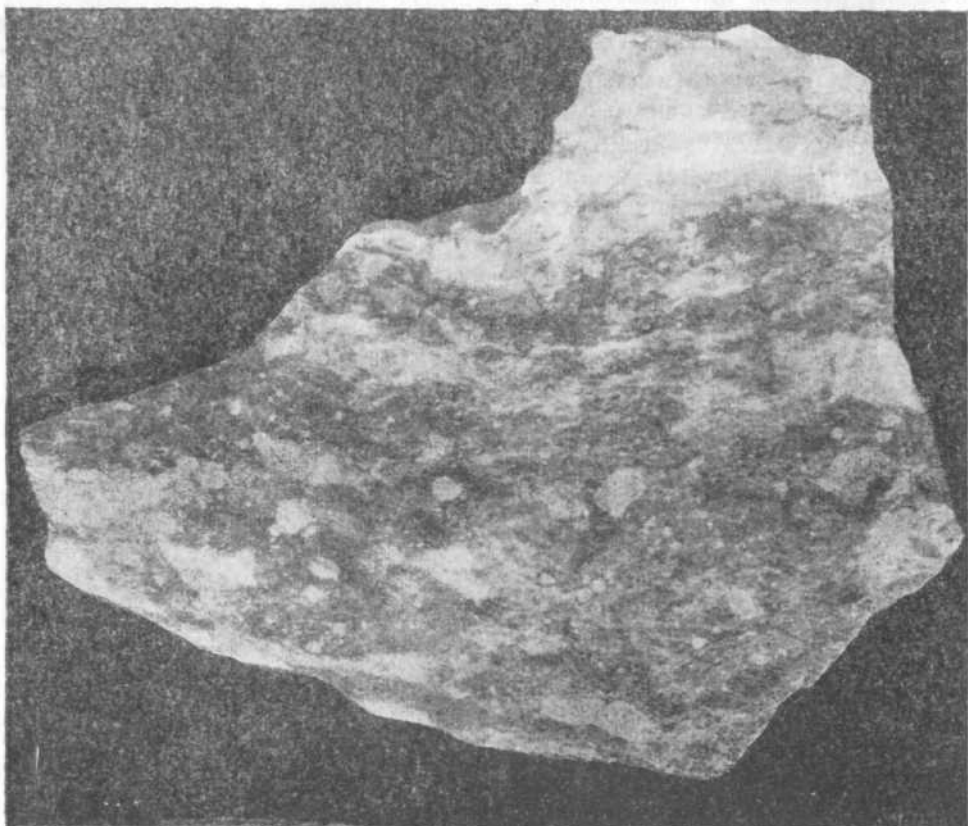


Рис. 2. Штуф игнимбрита с прослоями черного стекла

Нижний горизонт кирпично-красных игнимбритов сходен с герхней коркой сзрых. Эта порода имеет мелкопористое строение, размер пор 0,02—0,20 мм. Стенки их часто устланы кристобалитом, иногда кристобалит заполняет поры целиком. Различимы зернышки рудного минерала размером от 2 до 10 м, в остальном порода представляет совершенно изотропный агрегат, интенсивно окрашенный окислами железа. Часто встречаются обломки вкрапленников плагиоклазов, авгита, гиперстена и изредка оливина.

Граница между главной массой красного игнимбрита и участками черного стекла макроскопически представляется достаточно резкой, но обычно сопровождается тонким переслаиванием черных и красных полос. Под микроскопом можно проследить постепенную смену красного пористого стекла плотным темным. При приближении к контакту в красном игнимбрите уменьшается размер и количество пор, они как бы спадают. Окраска стекла изменяется от кирпично-красной к темно-бурой. Затем в слабопористом агрегате появляются длинные, тонкие нити стекла, количество которых увеличивается (рис. 3). Вначале местами

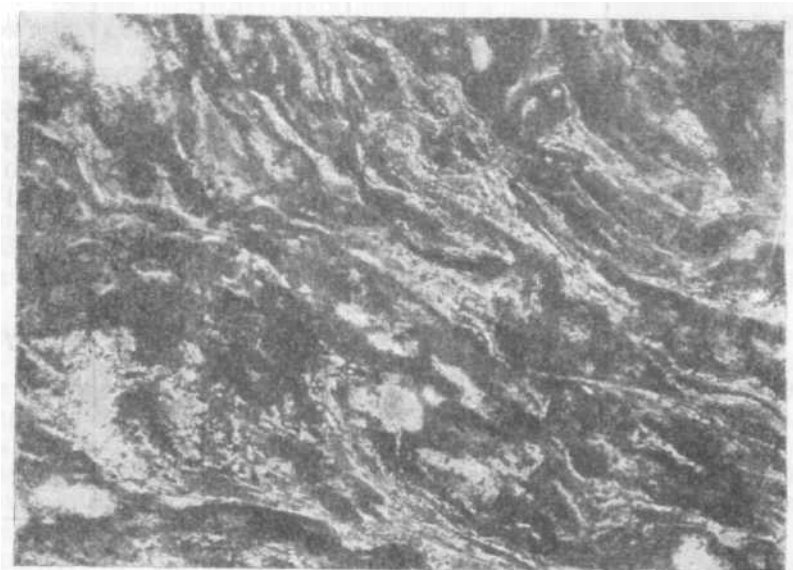


Рис. 3. Нити стекла в пористом игнимбрите. Микрофото, ув. 150, при одном николе

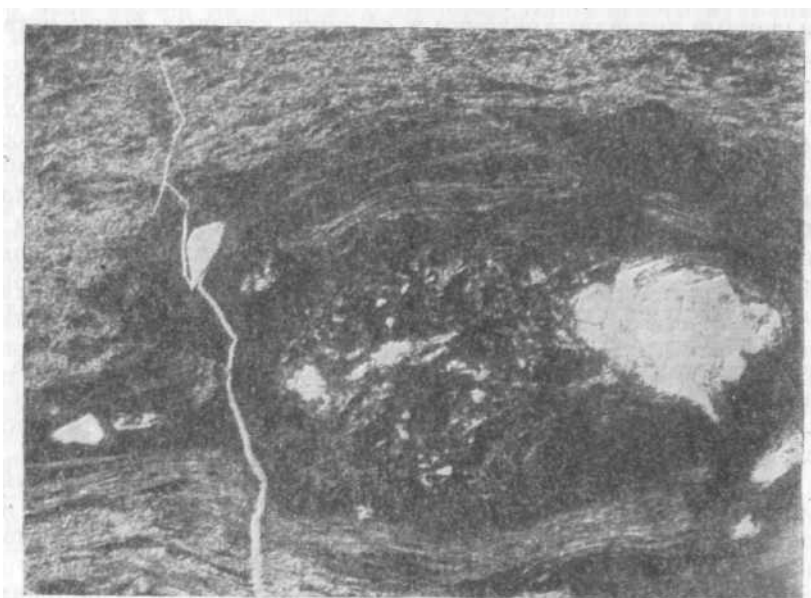


Рис. 4. Литоидный обломок в флюидальном стекле. Микрофото, ув. 70, при одном николе

Таблица

## Химические анализы спекшихся туфов

Компоненты	Обр. 900а	Обр. 900	Числовые характеристики	Обр. 900а	Обр. 900
SiO <sub>2</sub>	64,60	64,40	<i>a</i>	9,9	10,6
TiO <sub>2</sub>	1,67	0,96	<i>c</i>	4,3	4,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,96	14,62	<i>b</i>	11,9	12,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,91	2,59	<i>s</i>	73,9	73,1
FeO	0,68	4,56	<i>f'</i>	59	58
MnO	0,49	0,49	<i>m'</i>	24	26
MgO	1,74	1,88	<i>c'</i>	17	16
CaO	5,26	5,21	<i>n'</i>	92	90
Na <sub>2</sub> O	4,16	4,20	<i>Q</i>	+23,7	+20,7
K <sub>2</sub> O	0,63	0,75			
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,15	0,14			
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,14	0,05			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,10	0,10			
Сумма . . . .	100,49	99,95			

сохраняются линзовидные участки пористого стекла и, наконец, порода принимает вид ясно флюидального стекла.

В участках темного стекла, как и в пористом игнимбрите, встречаются многочисленные литоидные обломки и обломки крупных фенокристаллов, которые как бы обтекаются флюидальным стеклом (рис. 4).

Микроскопическое изучение контактов между красным пористым игнимбритом и участками темного стекла с несомненностью устанавливает наличие вторичного плавления, за счет которого и возникает темное, стекло. Наряду с участками вторичного плавления игнимбрит, возможно, содержит и отдельные «лохмотья» первичного обсидианового стекла.

Химический анализ (аналитик В. П. Энман) красного стекла (обр. 900а) и черного стекла (обр. 900б) установил их полную идентичность, это — кислый андезит. Единственным различием является соотношение закисного и окисного железа. В красной разновидности преобладает F<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, а в стекле — FeO (см. табл.).

В участках второй соммы, более близких к внутренней кальдере (юго-западная часть соммы), и особенно в обрывах кальдеры игнимбриты часто принимают лавоподобный облик, нередко с эвтакситовой структурой с переслаиванием красных и черных прослоек толщиной иногда лишь в доли миллиметра. Красные прослойки имеют слегка пористый вид с многочисленными обломочками чуждых пород, а черные полосы имеют вид настоящей лавы: в стекловатой массе видны многочисленные новообразования микролитов и микронолитов плагиоклаза, обычно в виде скелетных кристаллов, которые будучи ориентированы в направлении залегания, придают породе пилотакситовую структуру. По-видимому, в этих частях вулкана происходило почти полное переплавление и эту породу следует называть реоигнимбритом. Свидетельством первичного лирокластического происхождения этих лавоподобных пород служат многочисленные литоидные обломки, видимые в шлифах, и обильные более крупные обломки, образующие иногда отдельные линзовидные или неправильные прослойки.

На большем удалении от центрального конуса (северо-западная часть второй соммы, где также видны два слоя спекшихся туфов) процессы спекания проявились несколько слабее и здесь в массе пористого красного игнимбрита часто можно различить отдельные обломки, иногда довольно крупные (до 10—30 см). Породы обнажены здесь в труднодоступных обрывах кальдеры второй соммы, поверхность игнимбритов покрыта более поздней пирокластикой, которая, несмотря на маломощность, все же не позволяет проследить площадь распространения игнимбритов на внешних склонах соммы и изучить их дальнейшее фациальное изменение по мере удаления от вулкана.

Условия залегания и петрографическое изучение игнимбритов кальдеры Заварицкого с несомненностью устанавливают их первично пирокластическое происхождение, несмотря на то, что местами порода имеет облик настоящей лавы.

Спекшийся туф генетически и хронологически приурочен к образованию третьей (внутренней) кальдеры. По-видимому, в результате тектонических нарушений в южной части центрального конуса образовалась ослабленная зона, в которую на глубине от центрального канала внедрилось мощное дайкообразное тело. Произошел гигантский взрыв, образовавший эксплозивный ров, который затем преобразовался в кальдеру. Начальный взрыв выбросил очень горячий тонко раздробленный материал, который выпав в окрестностях эксплозивного рва, был хотя и рыхлым, но еще пластичным и способным к спеканию. Местами процесс спекания переходил в частичное плавление с образованием участков стекла и даже эвтакситовых лав. Возможно, что некоторую роль в процессе спекания играл постэруптивный, вторичный разогрев за счет окисления закисных форм железа при участии кислорода воздуха. Процесс такого рода изучен на побочных кратерах Ключевского вулкана. Два слоя игнимбритов указывают на два подобных взрыва, которые следовали один за другим, по-видимому, через небольшой интервал во Бремни.

Как уже отмечалось, в отличие от большинства так называемых игнимбритов, спекшиеся туфы кальдеры Заварицкого залегают не в виде мощных плоских покровов в пониженных частях рельефа, а равномерно «бронировать» относительно тонким слоем всю площадь центрального конуса и второй соммы, независимо от гипсометрического уровня, т. е. понижения, вершины и склоны. Совершенно очевидно, что в отличие от обычных «игнимбритов», для которых предполагается образование в виде раскаленных рыхлых потоков, породы кальдеры Заварицкого образовались из обломков, перенесенных по воздуху, т. е. они являются игнимбритами — огненным дождем — в прямом смысле этого слова. Если в название вкладывать генетический смысл, то для спекшихся туфов, образовавшихся из раскаленных рыхлых потоков, вместо названия игнимбрит следовало бы употреблять название игниторрент от латинских слов игнис — огонь, торренс — поток. Более общим названием является «спекшийся туф».

<sup>1</sup> Б. И. Пий п. Ключевская сопка и ее извержения в 1944—1945 гг. и в прошлом.—Труды Лабор. вулканол., вып. 11, 1956.