

Т. Ю. МАРЕНИНА

**СПЕКШИЕСЯ ТУФЫ ИЧИНСКОГО ВУЛКАНА  
В СРЕДИННОМ ХРЕБТЕ КАМЧАТКИ**

*(Лаборатория вулканологии АН СССР)*

На склонах Ичицкого вулкана встречены залежи своеобразных пирокластических отложений.

Склоны соммы этого вулкана имеют довольно сложную историю образования, отрезок которой можно восстановить по разрезам в бортах речек, пропиливающих свои ложа среди террасированных восточных и северных склонов вулкана, уступами спускающихся вниз. Древние речные долины и, отчасти, ледниковые трогги, плечи которых прекрасно видны в долинах современных речек, после бурных катастрофических извержений были заполнены толщами пирокластических отложений раскаленных лавин, устремившихся вниз по склонам вулкана. Залежи этих отложений имеют четкие контакты с вмещающими их лавовыми потоками. Первичная пирокластическая природа залежей с несомненностью подтверждается существованием постепенных переходов между отдельными фациями (зонами) этих толщ, а также хаотическим, не ориентированным расположением обломков и глыб в верхних толщах туфов и туфобрекчий.

В верховьях рек Кетачан и Бабав, берущих начало в верхних частях юго-восточных склонов вулкана, можно наблюдать переслаивание небольших прослоев литоидных спекшихся туфов с мощными потоками агломератовых лав. По-видимому, извержения раскаленных лавин были неоднократными и прерывались излияниями агломератовых потоков.

*Лавы Ичинского вулкана, вмещающие залежи спекшихся туфов.* Деятельность древнего андезитового вулкана, представляющего собой сомму Ичинского вулкана, началась в доледниковое время и была прервана древним оледенением, следы которого остались на его склонах в виде троговых долин.

Значительно позже, после отступления ледников, в этих троговых долинах реки сформировали долины, которые и были заполнены в свою очередь продуктами новых извержений вулкана.

Потоки лав, слагающие остатки андезитового вулкана, широко расте-лись по дну вулкано-тектонической депрессии. Характерны лавы с массивной текстурой, в отличие от грубо-такситовых лав, спускающихся от молодого вершинного конуса.

В подавляющем большинстве эти лавы представляют собой рогово-обманково-гиперстеновые серые тонкоплитчатые андезиты, залегающие периклинально под углом 10—15, до 45°.

Толщи пирокластических образований имеют неоднородное строение, которое хорошо прослеживается в бортах речных долин на склонах

Ичинского вулкана, где видимая мощность этих отложений достигает максимально 300 м. Здесь сверху вниз обычно наблюдается следующая смена зон (фаций).

Верхние части разрезов сложены уплотненной неспекшейся туфовой или туфобрекчиевой крупнообломочной фацией, постепенно переходящей в нижних частях разреза в литоидные спекшиеся туфы, имеющие игнимбритоподобный облик. Подстилаются эти образования тонкополосчатыми эвтакситовыми породами. Характерно отсутствие резких границ между указанными зонами и наличие между ними постепенных переходов.

Пирокластические образования литоидного облика, представляющие собой спекшиеся туфы, залегают по речкам Лагерной, Кетачан, Нюлкандя, Голдовить и другим в виде маломощных прерывистых слоев, разбитых в нижних частях склонов долин. Мощность литоидной зоны не превышает 2—2,5 м при общей средней мощности залежей до 150 м

Количественные соотношения различных фациальных зон подвержены изменениям, но обычно в разрезах преобладают литокластические туфы и туфобрекчии риолитов, дацитов и, реже, андезито-дацитов.

В нижних частях склонов вулкана, наиболее удаленных от источника взрыва, пирокластические толщи почти нацело состоят из туфов с примесью туфобрекчий. В более верхних частях склонов, расположенных ближе к источнику взрыва, наоборот, преобладают литоидные спекшиеся туфы и туфобрекчий. В верхних частях склонов вулкана в туфах и туфобрекчиях наблюдается больший размер обломков и глыб и преимущественно остроугольная форма их. Очевидно, что эти соотношения между отдельными зонами — или фациями — связаны с разными условиями охлаждения пирокластических накоплений в разных горизонтах толщ и с различным запасом в них тепла и летучих.

Н е с п е к ш а я с я ф а ц и я п и р о к л а с т и ч е с к и х о б р а з о в а н и й . Пирокластические образования верхней неспекшейся части толщи обычно сложены массивными, грубообломочными туфами и, реже, туфобрекчиями с крошащимся железистым цементом. Последний, в связи с различной степенью окисления, окрашен в разные оттенки розового и красно-коричневого цвета. В нем хаотически расположены угловатые обломки разной величины, от мелких лапилли до глыб более 10 м в поперечнике, состоящие из кислых лав различного состава, содержащих гомогенные включения. Массивы туфобрекчий характеризуются причудливыми формами выветривания в виде башен, столбов, пиков, часто в результате выветривания оползающих по размытым склонам долин рек.

Л и т о и д н а я ф а ц и я . Нижняя граница неспекшейся зоны прослеживается неотчетливо и является условной: смена туфов игнимбритоподобными разновидностями литоидных спекшихся туфов происходит постепенно без резкой границы. В разрезах можно наблюдать последовательное перерождение туфов. В породах постепенно исчезает хаотическое расположение угловатых обломков, появляются субпараллельно ориентированные уплощенные короткие обломки стекловатых лав кислого состава, имеющие в верхах литоидной зоны форм сплюснутых линз с тупыми концами (рис. 1), ниже сменяющихся черными (коричневыми под микроскопом) линзовидно-ленточными стекловатыми образованиями. Наравне с обломками лав, кристаллами и обломками кристаллов в этих породах изредка наблюдаются гомогенные включения.

Особенностью основной, цементирующей массы спекшихся туфов Ичинского вулкана являются массивная текстура и весьма мелкие, различные при больших увеличениях обломки кислых лав. Под микроскопом в отдельных участках спекшегося туфа видно, что между более крупными

обломками лав и интрателлурических кристаллов различимы мелкие» обломки сильно стекловатой лавы, которые, спекаясь, образуют макроскопически плотную литоидную массу, имитирующую лаву. В отдельных шлифах контуры этих обломков устанавливаются очень хорошо по резко различной ориентировке микролитов и микронолитов плагиоклаза в соседних соприкасающихся обломках.

В породах не наблюдаются пепловые частицы, что, по-видимому, можно объяснить весьма большой тонкостью пирокластического материала. Благодаря присутствию в наиболее крупных обломках этой толщи газов, которые не могут улетучиться вследствие давления вышележащих

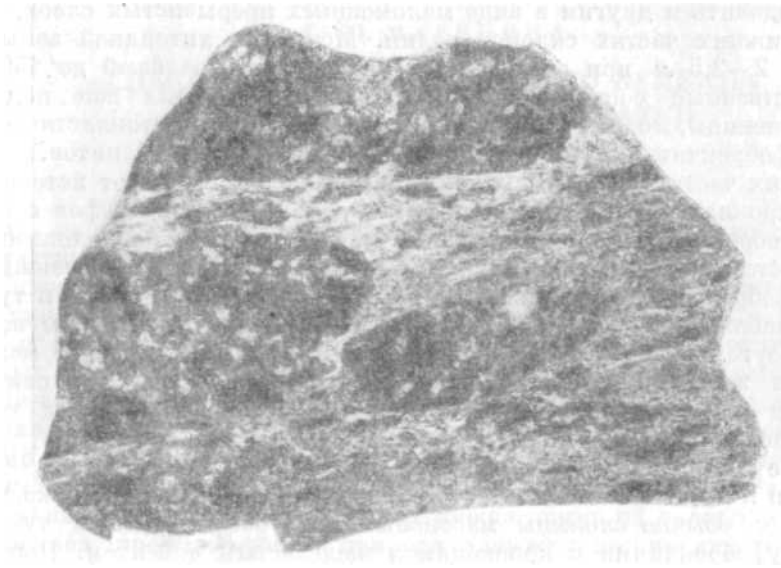


Рис. 1. Литоидная зона, Грубая пирокластика тяжелого типа, обломки имеют форму уплощенных линз, лишенных расщепленных окончаний фьямме; р. Кетачан, юго-восточные склоны вулкана

слоев, происходит не только сохранение тепла, но и вторичный разогрев толщи, вызывающий, по всей вероятности, переплавление тонкого пирокластического материала с образованием линзовидно-ленточных и тонко-такситовых текстур.

Линзовидно-ленточные спекшиеся туфы представляют собой породы красно-коричневого цвета, содержащие уплощенные или даже ленточные включения черного стекла (рис. 2). Под микроскопом в фельзите или же в светло-сером флюидальном риолитовом стекле этих пород видны субпараллельные линзовидные включения коричневого, также риолитового стекла, напоминающие фьямме, описанные А. Н. Заварицким (1946) и раньше Маршаллом (Marshall, 1935), но не имеющие расщепленных окончаний.

Эти линзовидные участки риолитового ожелезненного стекла всегда одинаково ориентированы, границы их в основном параллельны между собой, иногда эти участки зональны и содержат в центральных частях коричневое неокисленное стекло, очертания которого повторяют контуры линзы.

«Вкрапленники» сложены оплавленными и угловатыми зернами плагиоклаза, кристаллами гиперстена и роговой обманки.

Плагиоклаз частично оплавлен, содержит кружевную кайму бесчисленных тонких включений ожелезненного стекла; зерна базальтической роговой обманки также окаймлены толстой опацитовой каемкой, с резким плеохроизмом от светло-бурого до темно-красно-коричневого.

Основной связующей массой породы является слабопористое, или в ожелезненных участках, сильнопористое стекло с однообразно-ориентированными немногочисленными микролитами плагиоклаза, гранулами гиперстена. Стекло имеет риолитовый или близкий к дацитовому состав,



Рис. 2. Линзовидно-ленточные включения стекла в спекшихся туфах; р. Нюлкандя, северо-западные склоны вулкана

Результаты измерения показателя преломления стекла видны из табл. 1 (определения С. Н. Мархниной).

Таблица 1

№ шлифа	$n$	SiO <sub>2</sub> , % *	Примечания
100	1,507±0,003	70	Риолит; стекловатое включение коричневого цвета (макроскопически черного)
83	1,503±0,003	72	Риолит, «основная масса» породы
148	1,509±0,003	69	Дациит, то же

\* Определения процентного содержания SiO<sub>2</sub> сделаны по диаграмме Джорджа (George, 1924).

В некоторых участках породы среди флюидального стекла наблюдаются линзовидные участки и прослои, сложенные мелкообломочным материалом.

*Такситовые породы в основании пирокластических залежей.* В основании пирокластической толщи наблюдается зона такситовых пород. Мощность ее довольно постоянна и колеблется от 2 до 2,5 м.

Тонкие нитевидные прослойки в породах выдерживаются плохо, иногда они прерывисты, представляя взаимнопараллельные линзочки, или меткие раздувы (рис. 3).



Рис. 3. Деталь такситовой текстуры под микроскопом. Ув. 20, николи параллельны

Под микроскопом можно видеть, что петрографический состав серых, черных и красных полосок один и тот же.

Результаты измерений показателя преломления гранулитового стекла в такситовых породах видны из табл. 2.

Таблица 2

№ шлифа	n	SiO <sub>2</sub> , % *	Примечание
104	1,504 ± 0,003	72	} Риолит с различным содержанием кристаллитов
104	1,507 ± 0,003	70	
88	1,500 ± 0,002	72	
88	1,504 ± 0,002	72	Риолитовое стекло из черного прослой такситовой породы (неокисленного)
88	1,504 ± 0,002	72	Риолитовое стекло с кристаллитами из черного прослой такситовой породы
88	1,508 ± 0,002	70	Риолитовое стекло из светлого прослой такситовой породы

\* Определения процентного содержания SiO<sub>2</sub> сделаны по таблице Джорджа (1924).

Обычно породы такситового облика содержат мелкие ориентированно-направленные редкие микролиты плагиоклаза, погруженные в стекло различных оттенков серого и бурого цвета, незначительно оруденелое.

«Микровкрапленники» сложены главным образом плагиоклазом полисинтетически сдвойникованным или же зональным.

В меньшем количестве «вкрапленники» образованы мелкими кристаллами гиперстена и оплавленными зернами роговой обманки, с довольно толстой опацитовой каймой.

Прослои красно-коричневого и серого риолита в такситовых образованиях также характеризуются одинаковым петрографическим составом. Химические анализы красной и черной частей такситовых пород показали, что они отвечают по составу дациту и содержат одинаковое количество  $\text{SiO}_2$  и различаются лишь содержанием окисного и закисного железа.

Результаты анализов сведены в табл. 3.

Таблица 3

№ образца	Компоненты	Красная полосна	Черная полосна	Примечание
149	$\text{SiO}_2$ $\text{FeO}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3$	66,65 0,46 3,76	66,92 1,62 2,32	Аналитик Е. П. Рябичкина
88	$\text{SiO}_2$	62,12	62,30	Аналитик С. А. Калитина
88	$\text{SiO}_2$ $\text{TiO}_2$ $\text{Al}_2\text{O}_3$ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ $\text{FeO}$ $\text{CaO}$ $\text{MgO}$ $\text{MnO}$ $\text{Na}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{O}^-$ $\text{H}_2\text{O}^+$ П. п. п.	62,78 0,58 13,56 4,73 1,15 4,50 2,24 0,07 3,78 2,67 0,25 0,06 0,08	—	Аналитик Е. П. Рябичкина
	Сумма . . .	98,76		

Под микроскопом можно проследить, что процесс окисления этих пород начинается с повсеместного ожелезнения грануль гиперстена и роговой обманки и, частично, вкрапленников этих же минералов. Дальнейшее развитие этого процесса ведет также к ожелезнению стекловатой основной массы пород.

В сильноожеженных такситовых породах красные полосы под микроскопом характеризуются следующими особенностями. Наблюдается ожелезнение стекла основной массы в виде неясноограниченных полос, имеющих рыжевато-бурую окраску. Плаггиоклаз «вкрапленников», полисинтетически сдвойникованный, содержит равномерно распределенные мельчайшие включения ожелезненного стекла, образующие в нем как бы кружевной узор. Некоторые «вкрапленники» плаггиоклаза замещены с краев каймой густо-бурой окраски, состоящей из бесчисленных точечных включений ожелезненного стекла и редких мелких ожелезненных зерен гиперстена. Крупные зерна гиперстена обычно интенсивно ожелезнены и часто в них наблюдается опацитовая кайма. Зерна роговой

обманки также опацифицированы или же окружены каймой, в которой среди ожелезненной и оруденелой бесструктурной массы различаются мелкие зернышки плагиоклаза и гиперстена. Плагиоклаз замещен мелкими включениями ожелезненного стекла.

Вероятно, более сильное переплавление первоначально обломочных пород и последующее формирование такситовых образований связаны с постэруптивным этапом вулканической деятельности, с явлением саморазогревания пирокластических образований.

В толщах свежевыброшенных пирокластических продуктов, формирующих пирокластические залежи и потерявших при извержении большую часть первичного магматического тепла, при дальнейшем остывании их возникает трещиноватость. По трещинкам происходит подсос воздуха и окисление еще неокончательно остывшей массы породы, при этом процесс перехода закиси железа в окись сопровождается экзотермическим эффектом. Повышение температуры ведет к местному переплавлению пород с образованием такситовых текстур. Это подтверждается и одинаковым петрографическим составом черных и красных участков такситовых пород.

Обычно в спекшихся туфах спеканию и переплавлению подвергается более тонкий материал кислого состава. Иногда можно наблюдать вытянутые вдоль такситовых полосок серого и коричневого стекла тонкие линзовидные прослои, сложенные тонким обломочным материалом. Линзовидные стекловатые участки коричневого стекла, содержащего микролиты и микронолиты плагиоклаза, в контакте с этими прослоями изгибаются, огибая их. Основная стекловатая масса, расположенная между крупными кристаллами, обтекает их, что может также свидетельствовать о более позднем образовании ее по сравнению с этими кристаллами.

Существование вторичной кристаллизации в этих образованиях подтверждается присутствием в спекшихся туфах, помимо интрателлурических кристаллов, составляющих местами до 40% объема породы, также дейтерических кристаллов, образовавшихся, как считает Мартин (Martin, 1959), при охлаждении породы. К ним относятся включения тридимита «основной массе» пород или прикрепленные к граням крупных кристаллов.



В бортах долины р. Голдовить (в ее верховьях), на поверхности лавового потока р. Нюлкандя, в верхних частях лавовых потоков р. Кетачан, а также в сером крупнозернистом риолитодаците, слагающем склоны долины р. Рассошины, в ее верхнем течении были встречены пирокластические жилы. Они секут во всех направлениях груботакситовые или массивные кислые агломератовые лавы Ичинского вулкана, имеют небольшую протяженность, выклиниваются на небольшом расстоянии. Стенки жил часто не параллельны между собой. Мощность жил колеблется от нескольких сантиметров до 40—50 см, редко до 1 м. Жилы сложены красным цементом, содержащим черные угловатые или линзовидные обломки разного размера (преимущественно мелкие), ориентированные длинными сторонами параллельно стенкам жил.

Черные обломки из пирокластических жил иногда имеют зональный состав: они содержат небольшие линзовидные серые включения, контуры которых точно повторяют очертания черных вытянутых флюидальных обломков, окаймляющих их.

Местами наблюдаются трещины остывания, ровные плоскости стенок которых покрыты толстой шлаковой коркой толщиной 5—8 см. В обна-

жении 149 на р. Кетачан в эту шлаковую корку впаяна бомба в форме книжки размером около 40 см.

Против тектонического способа образования жил свидетельствует отсутствие следов катаклаза в их материале и отсутствие зеркал скольжения на поверхностях контактов жил, несмотря на развитие катаклаза во вмещающей толще.



Начиная от классических работ Маршалла (1935) и Заварицкого (1947), условия формирования залежей игнимбритов у многих исследователей не вызывают сомнений. Так, например, в современной Японской литературе (Ishikawa, Minato, Kuno, Matsumoto, Jagi, 1957) приведены многочисленные примеры, когда формирование кальдер, связанное с мощной взрывной деятельностью вулканов центрального типа (многие кальдеры Японии, а также кальдера оз. Тоба), сопровождается образованием полей игнимбритов и последующими выбросами пемз. В этих толщах захоронены остатки обугленной древесины и обломки обугленных древесных стволов различного размера.

Формирование залежей спекшихся туфов Ичинского вулкана относится к последнему периоду вулканической деятельности центрального типа, когда по кольцевым разломам, возникшим на границе верхнего края соммы вулкана и его молодых конусов, выросших в сомме, на склонах вулкана происходило выжимание экструзивных куполов. Их рост сопровождался раскаленными лавинами, сформировавшими залежи спекшихся туфов.

Судя по составу толщ спекшихся туфов, в первоначальных отложениях лавин преобладал мелкий пирокластический материал, крупные обломки и глыбы занимали меньший объем. Раскаленные лавины сопровождалось обрушением частей растущих экструзивных куполов в виде крупных глыб и обломков кислых вязких лав, переполненных гомеогенными включениями. Поэтому, их присутствие наиболее характерно для высокогорных участков толщ спекшихся туфов, ближе расположенных к экструзивным куполам.

Расслоение толщ спекшихся туфов Ичинского вулкана происходило вследствие различных условий охлаждения. Первоначально эти гетеролитические толщи представляли собой тела однообразного строения. По представлениям Мартина (Martin, 1959) и Ван Беммелена (1957) оплавление и уплотнение придонных частей таких потоков возникает вследствие автопневматолитических процессов, которые сопровождают образование игнимбритов. Возникновение тридимита в литофицированной зоне спекшихся туфов Ичинского вулкана характеризует автопневматолитический процесс после образования туфов.

Пирокластические жилы возникали, по-видимому, при заполнении материалом движущейся лавины трещиноватых зон, сопровождавших кольцевые разломы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Б е л я н к и н Д. С. К характеристике брекчиевидных и полосатых лав вулкана Эльбруса.— Докл. АН СССР, 1938, 21, № 5.
- З а в а р и ц к и й А. Н. О некоторых данных вулканологии в связи с изучением четвертичных туфов и туфолов Армении.— Изв. АН Арм. ССР. Естеств. науки, 1946, № 10.
- З а в а р и ц к и й А. Н. Игнимбриты Армении.— Изв. АН СССР, серия геол., 1957, № 3.
- М е н я й л о в А. А. Эвтакситовые лавы вулкана Шевелуч на Камчатке.— Сб. «Акад. Д. С. Белянкину». Изд-во АН СССР, 1946.



- Меняйлов А. А. и Набоко С. И. Деятельность камчатских вулканов за первый квартал 1938 г.— Бюлл. Камчат. вулканостанции, 1939, № 6.
- George W. O. The relation of physical properties of natural glasses to their chemical composition.— *J. Geol.*, 1924, v. 32, N 5.
- Ishikawa T., Minato M., Kuno H., Matsumoto T., Jagi K. Welded tuffs and deposits of pumice flow and nuee ardente in Japan. Congreso Geologico Internacional, XX sesionn, Mexico, 1957.
- Martin R. C. Some field and petrographic features of American and New Zealand ignimbrites.— *N. Z. J. Geol. a. Geoph.*, 1959, v. 2, N 2, pp. 394—411.
- Mansfield G.R. a. Ross C S. Welded rhyolitic Tuffs in South-Eastern Ydaho. *Trans.— Amer. Geoph. Union*, 16, 1935.
- Westerveld J. Eruption of acid pumice tuffs and related phenomena along the great Sumatra fault trough system.— *Proc. Seventh Pac. Sci. Congr. N. Z.*, v. 2, 1953.