

И. И. БЕРСЕНЕВ, И. З. БУРЬЯНОВА, Е. Д. КАСЬЯН,
Ф. Р. ЛИХТ

ТУФОЛАВЫ ЮЖНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

(Приморское геологическое управление)

Вулканическая деятельность в Южном Сихотэ-Алине в верхнемеловое и кайнозойское время была особенно активной и приурочивалась к крупным, тектонически подвижным зонам северо-восточного и субширотного простирания. Вулканогенные образования этого возраста характеризуются широким распространением, пестрым петрографическим составом, резким преобладанием пирокластических образований над лавами, развитием туфолавов, в том числе и игнимбригов, и закономерной циклической сменой извержений основного или среднего состава кислым.

Здесь известно пять циклов вулканической деятельности: 1) верхнемеловой (сенон-датский); 2) палеоценовый; 3) эоцен-олигоценый; 4) миоценовый; 5) плиоценовый — четвертичный (?), незавершенный. В составе комплекса вулканических пород, отвечающего первому циклу, преобладают кислые породы, во втором — количество эффузивов среднего и кислого состава примерно равное, третий — представлен основными и кислыми лавами небольшой мощности, четвертый — преимущественно основными лавами при небольшом количестве средних и очень небольшим — кислых эффузивов, пятый состоит лишь из базальтоидов, хотя на соседних территориях (Маньчжурия, Сахалин) имеется незначительное количество более кислых, обычно щелочных эффузивов.

В Южном Сихотэ-Алине установлена следующая стратиграфическая последовательность вулканогенных образований (табл. 1).

Многие исследователи Южного Сихотэ-Алиня указывали на то, что вулканогенные породы часто имеют двойственный облик. Они обладают многими общими чертами эффузивов (стекловатый лавовый базис), но не могут быть все же названы типичными эффузивами, так как одновременно им присущи черты туфов (они переполнены обломками пород и минералов и часто содержат своеобразные линзовидные ориентированные включения вулканического стекла, а также пепла). Такие породы назывались собирательным термином — туфолавы. Среди них туфолавы типа игнимбригов для Южного Сихотэ-Алиня были описаны М. А. Фаворской (1949), С. П. Соловьевым (1950). В 1957 г. М. А. Фаворской описаны туфолавы лавового происхождения.

Мы приведем несколько примеров, характеризующих разновидности туфолав Южного Сихотэ-Алиня различного возраста (от древних к молодым), известные нам к настоящему времени.

Туфолавы ольгинской серии занимают значительные площади (отдельные из них до 40 км²), иногда достигают мощности 300—500 м (бассейн рек Даданцы, Ахобе, М. Синанча, Мутухе и др.) и имеют относительно

Т а б л и ц а 1

Возраст	Свита	Состав	Мощность в м	
Плиоцен		Базальты и андезито-базальты	200	
Миоцен		Туфы кислого состава, дациты, андезиты, базальты и андезито-базальты	400	
Олигоцен	Брусилловская	Липариты, их туфы и туфобрекчии, фельзиты, обсидианы, туфолавы	700	
Эоцен	Кузнецовская	Базальты, андезито-базальты, андезиты и их туфы	300	
Палеоцен	Богопольская	Липариты, их туфы, липаритовые порфиры, обсидианы, туфолавы, фельзиты	600	
	Самаргинская	Андезиты, андезитовые порфиры, дациты, их туфы и туфолавы	700	
Верхний мел	Даний	Дорофеевская	Туфогенные конгломераты, песчаники алевролиты, туффиты, липаритовые порфиры, фельзиты, андезитовые порфиры, туфолавы	1000
	Сенон	Арзамазовская	Липаритовые и дацитовые порфиры, их туфы и туфобрекчии, туфогенные песчаники, туффиты, конгломераты, туфолавы	2000
	Сенон (?)	Петрозуевская	Туфогенные песчаники, алевролиты и конгломераты, порфиры и их туфы	1500

однообразный состав без резких переходов к туфам. Туфолавы так же, как и вообще эффузивы этой серии, часто изменены, обладают серо-зеленоватыми тонами, литоидным обликом, значительной плотностью, раскристаллизованностью основной массы. Туфолавы богаты обломочным материалом, изредка отмечаются маломощные прослои пепловых туфов. Среди туфов встречаются флюидалные разности, но иногда флюидалность заметна лишь под микроскопом. Изредка присутствуют единичные линзовидные включения вулканического стекла. Огромные поля этих туфов со значительной мощностью, как нам представляется, произошли в результате интенсивных извержений, при которых происходило накопление больших количеств пирокластического материала, который приобрел пластическое состояние в результате вторичного разогрева. При этом происходила его полная или частичная рефузия, подобная той, которую наблюдал Б. И. Пийп при извержении побочных кратеров Ключевского вулкана. Подобные туфолавы являются спекшимися туфами.

В Тетюхинском районе среди пород ольгинской серии отмечены туфолавы дацитовых порфиров (рис. 1) серо-зеленого цвета с тонко флюидалным строением, с включениями полос длинных и коротких, иногда

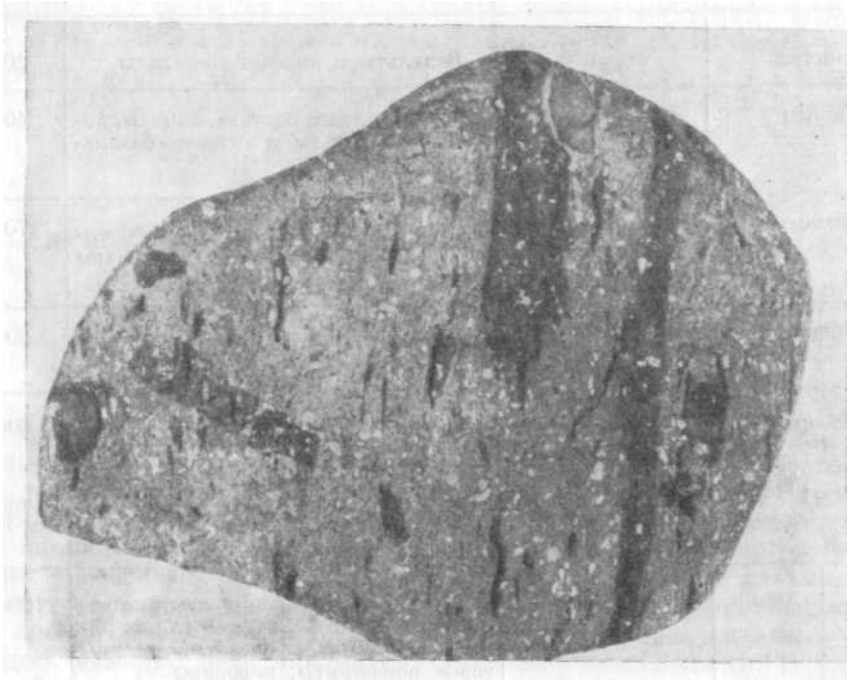


Рис. 1. Туфолава дацитового порфира с параллельно расположенными крупными фьямме. Происхождение лавовое. Тетюхинский район



Рис. 2. Пламенивидное окончание фьямме. Тетюхинский район

довольно мощных дацитового порфира, более густо окрашенного, массивного строения. Контуры полос имеют слабо извилистую поверхность согласно флюиальности породы. Окончания таких полос расщепленные, пламеневидные (рис. 2). В разрезе, параллельном флюиальности, контуры изометричны. Обломки пород редки. «Цемент» состоит из однородного, тонко флюиального дацитового порфира. Они подобны семячникам туфолавам, описанным В. И. Влодавцем (1953, 1957), имеющим лавовое происхождение. Туфолавы такого типа имеют незначительное распространение. Вообще лавы в Южном Сихотэ-Алине по сравнению с пирокластическими образованиями распространены в значительно меньшей степени.

Среди пород самаргинской свиты туфолавы встречаются в Сучанском районе. Вулканогенные образования здесь приурочены к крупной синклинальной структуре, называемой коркинской. В районе выделены три вулканогенные толщи (рис. 3): каменская — андезитовые порфириты, порфириты, их туфы и туфобрекчии; остросопковая — липаритовые порфиры, фельзиты, их туфы и туфобрекчии, кварцевые альбитофиры (обе толщи сенондатского возраста и соответствуют ольгинской серии); чантинзинская — андезитовые порфириты, их туфы и туфобрекчии и дацитовые порфиры и их туфолавы (игнимбриты). Игнимбриты представляют здесь невыдержанный, выклинивающийся по простиранию или переходящий в туфы горизонт мощностью в 70 м, залегающий на андезитовых порфиритах. В средней части горизонта игнимбриты мощностью 3—5 м полностью сварены и приобрели лавоподобный облик. На игнимбритах залегают андезитовые порфириты.

Игнимбриты пористые, пятнистоокрашенные в грязносерый цвет с зеленоватым или зеленовато-фиолетовым оттенком. Они состоят из обломков пород, минералов и многочисленных включений — «фьямме». Последние имеют очень тонко сплюснутую вытянутую линзовидную форму с пламеневидными окончаниями (как бы расщепленные или линзовидновыклинивающиеся), размером по длинной оси 0,5—4 см, по короткой — 1,2 мм, редко 3—4 мм.

Фьямме состоят из вулканического стекла или андезитового порфирита. Некоторые из них переполнены мелкими порами, выполненными халцедоном, хлоритом, кварцем. Идогода вокруг фьямме наблюдается осветленная оторочка мощностью до 1 мм, образовавшаяся в результате закалики, возможно свидетельствующая о их воздушном перемещении. Среди обломочного материала игнимбритов присутствуют осколки и таблитчатые кристаллы плагиоклаза, редко — зерна кварца, псевдоморфозы гидроокислов железа, мелкозернистый кварц и хлорит по темноцветному минералу, полностью опацитизированный и оплавленный биотит

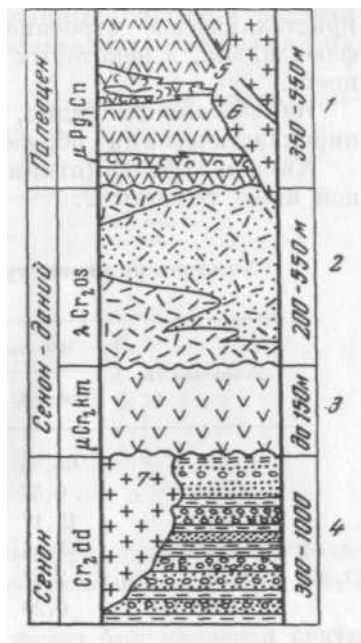


Рис. 3. Схематическая стратиграфическая колонка участка бассейна р. Каменка, Сучанский район

1 — чантинзинская толща; андезитовые порфириты, дациты с прослоями туфов, туфобрекчии и туфолавы (игнимбриты); 2 — остросопковая толща; липаритовые порфиры, кварцевые альбитофиры; фельзиты и их туфы и туфобрекчии; 3 — Каменская толща; андезитовые порфириты, дациты; 4 — Даданьшанская свита; валунные конгломераты, туфы и туффиты, лавы кислого и среднего состава; 5 — андезиты; 6 — послевверхнемеловые гранитоиды (типа Пиданских, прорывающих эффузивы); 7 — верхнемеловые гранитоиды

буро-черного цвета, частично замещенный лейкоксеном. Присутствуют также обломки андезитовых порфиритов, вулканического стекла темно-бурого цвета с перлитовой текстурой, иногда содержащего редкие порфиновые выделения плагиоклаза. Масса, «цементирующая» обломки пород, минералов и фьямме, светло-серо-бурого цвета, более светлая, чем фьямме. пористая. Она состоит из стекловатого материала, иногда с очень мелкими микролитами плагиоклаза. Степень раскристаллизации стекловатого материала неоднородная, но незначительная. В одних участках она едва действует на поляризованный свет, в других же имеет криптокристаллическое строение. Иногда цементирующая стекловатая масса флюидальна, в некоторых участках различимы пепловые частицы бурого цвета.

Из сказанного видно, что туфолавы Сучанского района являются пирокластическими образованиями.

Химизм туфолав (игнимбригов) дацитового порфира виден из помещенной ниже таблицы 2.

Таблица 2

Химический анализ туфолав (игнимбригов) чантинзинской свиты Сучанского района

Компоненты	Весовые проценты		Компоненты	Весовые проценты	
	обр. 1	обр. 2		обр. 1	обр. 2
SiO ₂	65,44	66,36	MgO	4,05	2,74
TiO ₂	0,57	0,60	CaO	0,05	1,23
Al ₂ O ₃	15,17	15,43	Na ₂ O	3,74	3,71
Fe ₂ O ₃	5,04	4,22	K ₂ O	4,39	3,72
FeO	2,47	1,10	P ₂ O ₅	0,02	0,01
MnO	0,20	0,14	П. п. п.	1,90	1,76

По химическому составу игнимбригы Сучанского района соответствуют среднему дациту по Дели, отличаясь от него меньшим содержанием СаО, большим содержанием Fe₂O₃ и K₂O; K₂O и Na₂O в породе находятся, примерно, в равных количествах.

Смена андезитовых порфиритов игнимбригами дацитового состава указывает на увеличение кислотности магмы к моменту образования игнимбригов, что, вероятно, объясняется дифференциацией магмы. Магма перед извержением была насыщена газами, что привело к появлению пузыристой лавы. Во время извержения произошло расширение газов, лава разбрызгивалась, образуя вязкие частицы (фьямме) и твердые частицы пепла, которые и образовали сучанские игнимбригы.

Туфолавы в богопольской свите являются обычными породами. В бассейне р. Тадуши были отмечены крупные линзы мощностью 100—150 м пятнисто-полосчатых туфолав, подобных описанным М. А. Фаворской (лавового происхождения).

В бассейне р. Даданцы распространены флюидальные игнимбригы светло-серого цвета с розово-сиреневым и розово-кирпичным оттенком. Породы как бы обожжены, причем не только игнимбригы приобрели такой облик, но и некоторые туфы, залегающие ниже или выше их. Вероятно эти породы образовались при высокой температуре, которая могла возникнуть за счет реакции перехода закисного железа в окисное при соприкосновении с воздухом, что привело к выделению большого количества тепловой энергии и обжигу пород. Количество включений стекла (фьямме) здесь достигает 30—40%. Обломки пород, минералов и фьямме на-

ходятся в пирокластическом материале (сохранились пепловые частицы). Иногда пепловый характер связующей массы не сохраняется.

В бассейне р. Нанца туфолавы типа игнимбригов липаритового состава представляют зеленовато-серые плотные породы с флюидальной текстурой. Флюидальность обуславливается наличием фьямме — субпараллельно вытянутых линзовидных включений почти полностью раскристаллизованного стекла. Фьямме находятся в стекловатой связующей массе, слабо раскристаллизованной. В связующей массе хорошо различаются пепловые частицы. Кроме фьямме в игнимбригах наблюдаются обломки кварца, ортоклаза, плагиоклаза, нацело измененные биотит и роговая обманка, порфириды и песчаники. Игнимбриги подверглись весьма слабому окварцеванию.

Химический состав туфолавы (игнимбрига) богопольской свиты приводится ниже в таблице 3.

Таблица 3

Компоненты	Весовой процент	Компоненты	Весовой процент
SiO ₂	74,41	MgO	0,62
TiO ₂	0,17	CaO	0,28
Al ₂ O ₃	13,49	Na ₂ O	0,48
Fe ₂ O ₃	1,92	K ₂ O	5,30
FeO	0,60	P ₂ O ₅	0,10
MnO	0,05	П. п. п.	2,95

По составу игнимбриг отвечает среднему риолиту, отличаясь несколько повышенным содержанием SiO₂, резким преобладанием K₂O над Na₂O и обеднением MgO и CaO.

Туфолавы лавового происхождения среди пород брусилловской свиты встречаются на г. Седея и в других местах. На отрогах г. Седея туфолавы темно-серые с включениями обломков стекла, пород и минералов, сцементированных черным флюидальным стеклом. Часто обломки вулканического стекла в виде линзовидных образований располагаются параллельно друг другу.

Подобные туфолавы из этой же свиты описаны М. А. Фаворской на побережье Японского моря от бухты Нерпа до мыса Южного.

На левобережье р. Иман, в 1 км выше устья Иртыша наблюдается неск в поперечнике 15 м, сложенный туфолавами фельзолипаритов, прорывающий в покров. Фельзолипариты прорывают осадочные породы мелового возраста. Они имеют флюидальную текстуру и содержат крупные, параллельно вытянутые линзы нераскристаллизованного вулканического стекла размером до 5 см (иногда до 0,5 м), обломки кислых эффузивов, песчаников и алевролитов. В контакте с осадочными породами фельзолипариты дают зону закалки мощностью 0,5—1,2 см. В пределах нека ясно различается вертикальная флюидальность и вертикальное расположение линзовидных включений вулканического стекла. В верхней части, где неск переходит в лавовый поток с видимой мощностью в 5 м, отмечается горизонтальная флюидальность и горизонтальное расположение линзовидных включений.

Интересный неск липарита описан М. А. Фаворской по берегу Японского моря в 1,5 км к Юго-западу от истоков пади Калягина, который прорывает толщу порфиритов. Они имеют флюидальное строение и содержат линзы порфирита.

Имеющиеся материалы по вулканизму Южного Сихотэ-Алиня свидетельствуют о том, что туфолавы отмечены почти во всех свитах вулканогенных пород как среднего, так и особенно кислого состава. Происхождение туфолав многообразно; среди них можно выделить следующие разновидности туфолав: а) спекшиеся туфы, образовавшиеся в результате спекания пирокластического материала, б) образовавшиеся в результате излияния лав, в) в результате нагревания кластического материала до пластического состояния в вулканическом очаге, г) в результате отложения из ливня раскаленного до пластического состояния песка (игнимбиты) и т. д.

Игнимбиты встречаются наиболее часто, они распространены небольшими, быстро выклинивающимися горизонтами и линзами, переслаивающимися с туфами. Особенно характерны они для пород богопольской свиты. В брусилловской свите преимущественно развиты туфолавы лавового происхождения.

Широкое развитие игнимбитов в палеогене и их соотношение с другими эффузивными образованиями позволяют считать игнимбиты одной из фаций порфировой формации.

ЛИТЕРАТУРА

- Белянкин Д. С. К вопросу о туфовых лавах Армении.— Изв. АН СССР, серия геол., 1952, № 3.
- Плодавец В. И. О некоторых семячинских туфолавых и их происхождении.— Там же, 1953, № 3.
- Плодавец В. И. О происхождении пород, обычно называемых туфолавами и игнимбитами.— Труды Лабор. вулканол. АН СССР, вып. 14, 1957.
- Воловикова И. М. Игнимбиты Кураминского хребта (Северный Тянь-Шань). Там же.
- Заварицкий А. Н. Некоторые черты новейшего вулканизма Армении.— Изв. АН СССР, серия геол., 1945, № 1.
- Заварицкий А. Н. Игнимбиты Армении.— Там же, 1947, № 3.
- Заварицкий А. Н. По поводу замечаний П. И. Лебедева и природе туфолав Армении.— Там же, 1948, № 2.
- Малеев Е. Ф. О туфолавых и игнимбитах (в связи с выходом сборника «Туфолавы»), 1959, № 2.
- Петров В. П. Игнимбиты и туфовые лавы; еще о природе арктик-туфа.— Труды Лабор. вулканол. АН СССР, вып. 14, 1957.
- Рыбалов Б. Л. О происхождении некоторых туфолав юго-западных отрогов Северного Тянь-Шаня.— Там же.
- Салун С. А. Порфиновая формация складчатых областей.— Изв. АН СССР, серия геол., № 7, 1957.
- Соловьев С. П. Главные черты комплекса молодых кислых эффузивов и игнимбитов Южного Сихотэ-Алиня и его петрографические особенности.— Зап. Всесоюз. минерал. об-ва, 2-я серия, ч. 79, вып. 3, 1950.
- Фаворская М. А. Третичные туфолавы Южного Приморья.— Изв. АН СССР, серия геол., 1949, № 5.
- Фаворская М. А. К вопросу о механизме образования некоторых туфолав.— Труды Лабор. вулканол. АН СССР, вып. 14, 1957.