

В. И. ПЕТРОВ

**ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ ОБЛИК ИГНИМБРИТОВ
И ТУФОВЫХ ЛАВ И ИХ МЕСТО СРЕДИ ГОРНЫХ ПОРОД,
ПРОМЕЖУТОЧНЫХ МЕЖДУ ЛАВАМИ И ТУФАМИ**

*(Институт Геологии рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии АН СССР)*

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы диагностики и номенклатуры вулканогенно-осадочных пород в последнее время являются одной из наиболее актуальных проблем современной петрографии. В особенности интересны с этой точки зрения горные породы, являющиеся промежуточными между лавами и туфами. Большую роль в систематизации материала по этому вопросу играла развивающаяся в последние годы дискуссия о «туфолавах» и «игнимбритах». Хотя история этой дискуссии и общеизвестна, тем не менее, поскольку в процессе ее были высказаны многие очень неясные положения, постольку целесообразно остановиться с самого начала на некоторых ее сторонах, а затем уже рассмотреть некоторые специальные вопросы условий образования пород, имеющих характер промежуточных между лавами и туфами, и показать место среди них разобранных выше туфолавовых и игнимбритовых образований. Так как наш обзор относится к терминам, получившим распространение главным образом в Советском Союзе, то мы цитируем преимущественно литературу на русском языке.

ИСТОРИЯ ТЕРМИНА «ТУФОЛАВА»

Термин «туфолава», как известно, был предложен Г. В. Абигом (1899) для некоторых пород склонов горы Алагез (ныне Арагац), причем относил он его к образованиям, промежуточным между туфами и лавами, отделяя, впрочем, достаточно четко туфовые лавы от настоящих туфов. Имеющиеся данные говорят о том, что туфовыми лавами он назвал, в частности, армянские туфы, а туфами — туфы окрестностей Эривани и Александрополя (ныне Ереван и Ленинакан).

Генетическая неясность имеет место и у П. П. Гамбаряна, использующего оба термина (см. Лебедев, 1930), однако и здесь имеется четкое различие этих двух типов пород.

Последующие геологические работы в массиве Алагеза происходят уже в Советское время. В районе Артика начинаются крупные разведки строительных туфовых лав (Числиев, 1930; Иванчин-Писарев, 1930) и геологические исследования группы геологов Академии наук СССР под руководством акад. Ф. Ю. Левинсона-Лессинга. В сводной статье этого автора (1928) указывается на исключительный петрографический интерес

туфовых и туфоловых образований. Он подчеркивает (стр. 225), что туфолавы — это лавы, а не туфовые образования. «Надо полагать, что истинно лавовый характер этих образований был заслонен и замаскирован тем обстоятельством, что вместе с этими образованиями или неподалеку от них залегают и настоящие туфовые образования, лишь пиперноидные по внешнему виду, но не лавовые. Туфовая лава Алагеза принадлежит к тому типу эффузивов, для которых мною в свое время было предложено название такситов», «все-таки,— говорит он далее (стр. 226), — это лавы, застывшие при каких-то особых условиях, вероятно богатые водяными парами, быть может и другими летучими составными частями».

В очень обстоятельной работе П. И. Лебедева (1930) рассмотрен вулкан Алагез в целом, и автор только попутно затронул проблему туфовых лав и туфов. Среди всех встречающихся здесь разновидностей этих пород П. И. Лебедев, в известной мере следуя Г. В. Абиху, выделяет следующие различия этих пород (стр. 276).

Туфы	{	1. Черные (темно-серые) 2. Красные 3. Желтые	} Постепенные пере- ходы
Туфовые лавы	{	1. Пламенный тип (черно-красные) 2. Фиолетово-пепельные (арктического типа)	

Для объяснения своеобразия облика Алагезских туфов и туфовых лав Лебедев предложил «гипотезу о подводных условиях извержения части дацитовых и щелочно-дацитовых потоков» и далее: «Периферическая же зона, расположенная ниже полей разлития туфовых лав, была покрыта мощными пепельными накоплениями».

Работа Б. В. Залесского и автора настоящей статьи (1931) относилась только к наиболее интересному участку Алагезского поля туфовых лав и туфов — к Арктическому району. Туфовые лавы здесь составляют одна целое с залегающими ниже щелочными дацитами и связаны с ними непосредственными переходами. Весьма интересно соотношение туфовых лав и щелочного дацита по разрезу, начиная от горы Артика, от нижнего конца потока на 3—4 км кверху его у сел. Кипчаг. В последней точке почти весь поток представлен полосчатым плотным щелочным дацитом, в котором плотные стекловатые черные полосы чередуются с розовато-белыми (фиолетово-пепельными) пористыми полосами. Мощность черных полос несколько больше светлых и колеблется в пределах 2—4 см в раздувах. Белые полосы грубо линзовидны, ленточны по форме и явно вытянуты в направлении течения потока (СЗ — 300°); длина их от 30 см до 3 м (в среднем 80 см), а ширина от 3 до 40 см (среднее 13 см).

Будучи почти тождественными по химическому составу и составу вкрапленников, как это было показано Д. С. Белянкиным и В. П. Петровым (1949), черные и фиолетово-пепельные полосы резко различаются по минералогическому составу основной массы; черные, как отмечалось, характеризуются полностью стекловатой основной массой, а фиолетово-пепельные оказались полностью закристаллизованными в агрегат мелких кристалликов анортклаза, кристобалита, местами вместе с тридимитом и небольшим количеством гематитизированного пироксена. Все особенности фиолетово-пепельной лавы — увеличение пористости, своеобразную кристаллизацию — Белянкин и Петров (1936, 1949) объясняют воздействием газов, содержащихся в лаве, при относительно низкой температуре (порядка 100—200°).

В нижней части обнажения объем черных полос явно больше объема фиолетово-пепельных (розовых). В верхней же части, наоборот, розовые начинают преобладать и верхние 2—3 м слагаются розовой пористой породой, близкой к арктическому туфу, но более плотной. По мере приближения к городу Артику, мощность нижней черной плотной (и полосчатой) лавы резко уменьшается, в то время как мощность верхней пористой розовой лавы увеличивается; увеличивается также и ее пористость. Наконец, непосредственно у г. Артик мощность нижней плотной щелочно-дацитовый лавы уменьшается до 10—15 см, а полосчатой части до 5—6 см. Вся же остальная мощность потока представлена «арктическим туфом» — пористой породой розового цвета с крупными белесыми (фиолетово-пепельными) вытянутыми пятнами, напоминающими «фьямме» игнимбритов

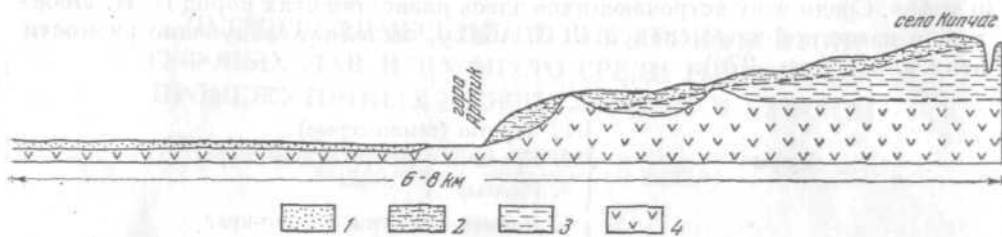


Рис. 1. Схема строения обнажений в районе г. Артик:

1 — ленинakanский туф; 2 — арктическая туфолоава; 3 — щелочной дацит; 4 — дотуфовое основание

и внешне весьма схожими с ленинakanскими и другими туфами. Однако внимательное микроскопическое изучение, проведенное в последнее время, показывает, что количество действительных включений в толще арктической туфолоавы очень невелико, причем концентрируются они все в верхней части. Главная масса породы представлена однородным флюидалным стеклом с очень малым количеством микролитов. Что же касается «фиолетово-пепельных» пятен, то они оказываются такими же, как и под Кипчагом и представлены раскристаллизованными анортотлаз-кристобалитовыми (с тридимитом) участками, образовавшимися, по-видимому, в результате перерождения стекла под действием летучих компонентов.

Эти наблюдения позволили нам (Залесский и Петров, 1931) говорить о том, что лава арктического потока после своего излияния претерпевает вспучивание («появление сильной пористости»), изменение окраски и местами анортотлаз-кристобалитовое перерождение, причем образовавшаяся пористая лава не только скоплась в верхних частях потока, но и «не оставалась на месте своего образования, а шла в передних частях потока, в которых и концентрировалась». В результате такой «концентрации» и образовалось, по нашему мнению, резкое различие в мощностях туфовой лавы вблизи Кипчага и Артика.

Составленная в 1930 г. схема строения Арктического туфолоавового потока повторена нами на рис. 1 с введением новых данных, показывающих соотношение арктических туфовых лав и ленинakanских туфов.

Столь подробное описание наиболее типичной из туфовых лав Алагеза (Арагаца), где был установлен этот термин, приведено по той причине, что термин туфолоавы подвергается самым различным толкованиям.

ИСТОРИЯ ТЕРМИНА «ИГНИМБРИТ»

Термин «игнимбрит» очень широко вошел в советскую литературу после появления известных работ А. Н. Заварицкого (1945, 1946 и 1947), посвященных туфовым и туфолоавовым породам Армении. Сам термин «игним-

брит» А. Н. Заварицкий, с нашей точки зрения, лучше всего определил в своей классической книге «О изверженных горных породах», изданной уже после его смерти (1955, стр. 310) ...«при извержениях так называемых раскаленных туч пелейского или катмайского типов раскаленные обломки и частицы выносятся вместе с горячим газом.... После отложения горячие частицы вулканического песка и пепла, кусочки пемзы и вулканического стекла свариваются в прочную массу; стекло подвергается впоследствии раскристаллизации с образованием иногда сферолитовых структур, иногда своеобразных гребенчатых структур, или превращается в микрофелзит.

Под влиянием нагрузки вышележащих слоев нижние слои таких отложений еще вязкого стекла расплющиваются и могут даже потечь как пластичная масса. Сплющивание отдельных кусков стекла особенно показательно.

Горные породы, возникшие таким образом, получили по способу их образования название «сваренных туфов» или — «игнимбритов».

В этом определении для нас весьма важным является, во-первых, указание, что термины «игнимбрит» и «сваренный туф» являются синонимами очевидно, знак равенства можно поставить между этими обоими терминами и термином «спекшийся туф»), а во-вторых, то, что упавший на сушу пепел может «свариться» до того, что такой «игнимбрит» может «потечь как пластичная масса», дав своеобразную «вторичную лаву».

А. Н. Заварицкий, рассмотрев весьма внимательно петрографическую природу ереванских и ленинканских туфов, показал, что они являются типичными «спекшимися туфами». В последующих работах геологов Армении (Месропян, 1951; Мкртчян, 1954) была доказана справедливость этих представлений и подтверждена туфовая природа большинства алагецких туфов. Этими авторами, как и А. Н. Заварицким (1948) отчетливая туфовая структура была обнаружена не только в туфах, но и в «пламенных туфолавах» П. И. Лебедева. По мнению Заварицкого, «пламенная» структура является весьма типичной для спекшихся туфов.

Возможность образования «вторичных лав», указываемая Заварицким, позволила ему утверждать о тождестве спекшихся туфов еревано-ленинканского типа и арктических туфовых лав. Последние по относительной близости состава вместе с подстилающими их щелочными дацитами рассматривались им как предельно спекшиеся туфы.

Независимо от того, чем является арктическая туфовая лава — предельно спекшимся туфом или своеобразной лавой, представления Заварицкого о спекшихся туфах были восприняты советскими петрографами с очень большим интересом и позволили понять строение многих вулканогенных толщ Советского Союза.

Наиболее ярким признаком игнимбритовой природы какой-либо пластовой породы является ее реликтовая туфовая структура. Обычно под микроскопом удается различить составляющие породу и в той или иной мере деформированные пепловые частицы, причем если в нижних частях пласта деформация может быть очень сильной, то в верхних она слабее.

Отличить игнимбриты от других пород можно также и по условиям их залегания. Очень интересны в этом отношении наблюдения, доказывающие игнимбритовую природу по крайней мере части нальчикских туфов. По обрывистому обнажению правого берега р. Баксан можно проследить, что туфы имеют явно обломочный (туфовый) характер. В этом же обрыве к северу (вниз по течению р. Баксан) наблюдается «внезапное» исчезновение туфового пласта. Изучение этого района показало, что в этом месте плотные спекшиеся туфы сменяются рыхлыми, при резком уменьшении (до 2,1 м) их мощности (рис. 2). Так как невозможно предположить резкое изменение мощности туфа в процессе его отложения, единственным

объяснением этого явления может быть предположение о постгенетическом размыве. Плотные, спекшиеся сейчас же после извержения туфы оказывали больше сопротивления размыву, чем неспекшиеся, и полностью сохранили свою мощность. Это может рассматриваться как доказательство спекания, примерно одновременного с извержением.

Вторая особенность одновременного образования спекшихся туфов — это возможность их залегания на разных горизонтах (на разных уровнях

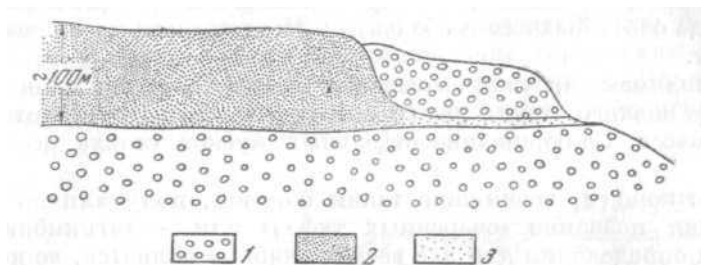


Рис. 2. Схема строения северной части обрыва у Баксангэса: 1 — четвертичные отложения; 2 — плотные (спекшиеся) туфы; 3 — рыхлые туфы (мощность около 2 м)

эрозии), что не всегда учитывается и приводит к очень грубым геологическим ошибкам, как это было в Армении. Типичный пример залегания Арагацких туфов изображен на рис. 3. Самое характерное здесь — это

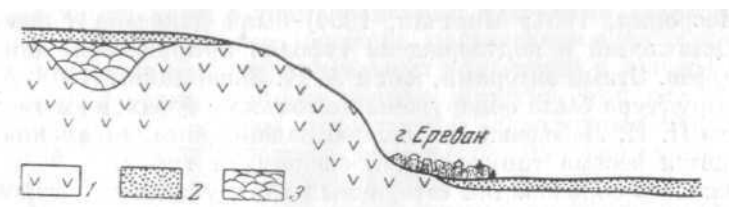


Рис. 3. Схема залегания спекшихся туфов у г. Ереван (масштаб не соблюдается)

1 — базальт; 2 — туф; 3 — пресноводно-озерные отложения пемзы

залегание одного и того же туфа на высоте сел. Аван, и много ниже под г. Ереваном. Очень подробно такое залегание туфов на разных речных террасах в районе горы Арагац описано К. Н. Паффенгольцем (1948), который делает весьма справедливое замечание: «туфовые покровы приурочены к поверхностям террас, имея часто в основании галечники, но нигде они не перекрыты ими». Однако совершенно неправилен последующий его вывод. «Очевидно, что эксплозионная вулканическая деятельность была точно приурочена к концу циклов эффузии». Еще большей ошибкой являются возрастные выводы из этой приуроченности, что, к сожалению, имеет место в цитированной работе, в которой проводится параллель между чавами и туфами, приуроченными к террасам одного и того же возраста.

Материал спекшихся туфов, так же как и всякий другой туфовый материал, выпадает на дневную поверхность из воздушного пространства. Даже если предположить выпадение этого туфа из пепловой тучи (что впрочем оспаривается), то и тогда надо принять, что туча имела достаточную мощность и могла дать осадок на ряде различных по возрасту террас, причем возраст туфа как раз будет определяться возрастом самой молодой террасы, вернее возрастом галечников, покрывающих туф на самой молодой террасе; *они моложе всякой покрываемой туфом террасы,*

но древнее только галечников, покрывающих туф. Указываемое в приведенной выше цитате отсутствие галечников на поверхности туфа говорит о значительно большей молодости туфа по сравнению с возрастом покрываемой им террасы и ни в коем случае не может рассматриваться как доказательство синхронности обоих образований.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ИГНИМБРИТАХ И ТУФОВЫХ ЛАВАХ

В своей работе Заварицкий уделяет довольно много внимания описанному выше Арктико-Кипчагскому району. Полосчатые лавы, под Кипчагской церковью переходящие выше и западнее в «арктиские туфы», он считает предельно спекшимися «игнимбритами» (1947). Основанием для этого ему служили: 1) наличие в верхних частях арктической толщи разностей, в которых можно видеть их пирокластическую природу; 2) наличие «фьямме» в форме типичных линз; 3) недостатки существовавших ранее теорий, а в ряде случаев невозможность, по его мнению, объяснить при помощи предыдущих теорий генезиса туфолав их образование. В частности, он считал невозможным образование туфолав «как результат непонятого процесса» перерождения «лавы нижних горизонтов в туфолавы», располагающиеся выше, и «невероятность образования смесей лавы и лапиллей или рыхлых продуктов».

После выхода работы Заварицкого его концепция была принята полностью (Мкртчян, 1954), однако впоследствии были выявлены явные лавовые образования, имевшие обломочный облик, промежуточный между лавами и туфами; все они имели, как об этом говорили Левинсон-Лессинг (1928) и Белянкин (1952), характер «такситовых» или «полосчатых» лав. Особенно интересен в этом смысле изданный Лабораторией вулканологии сборник «Туфолавы» (1957), в котором из пяти статей в четырех описываются несомненные лавовые образования, имеющие «туфолавовый» облик. Статья автора в том же сборнике вновь возвращает читателя к уже неоднократно рассмотренному армянско-арктическому случаю, причем в ней снова утверждается лавовая природа арктических туфов. Основанием для такого вывода послужили наблюдения на одном из обнажений между селами Фонтан и Джараер (Новониколаевкой) по шоссе Ереван — Тбилиси, где обсидиан на поверхности переходил в пемзоподобную разность — «литонидную пемзу» — местных строителей. Иначе говоря, здесь в более чистом виде наблюдался тот процесс, который предположительно указывался нами с Б. В. Залесским (1931) для Артика. В итоге в этой статье говорилось: «есть основание предположить образование туфовых лав за счет богатых водой лавовых расплавов в полном согласии с представлениями Г. В. Абиha и Ф. Ю. Левинсон-Лессинга. Туфовые лавы не есть результат «какого-то непонятого процесса «перерождения» лавы, а вполне реальный результат вспучивания верхних горизонтов водосодержащей лавы; процесс этот, легко воспроизводимый в условиях эксперимента, служит основой широко развитого в настоящее время промышленного производства «вспученного перлита». Таким образом, *не сомневаясь в существовании игнимбритов в смысле А. Н. Заварицкого, мы не сомневались и в существовании в природе настоящих «лавовых» туфовых лав*, в том виде, как это предполагали предшественники. Что же касается конкретного случая арктических пород, то вопрос о их генезисе тогда оставался неясным.

После опубликования этой статьи нам вновь удалось побывать в Армении, осмотреть дополнительно как район г. Артик, так и фонтанский поток. В результате проведенного осмотра мы пришли к выводу не только о самостоятельном существовании и игнимбритов и туфовых лав, но и к тому, что арктическая порода является именно туфовой лавой.

ЗОНАЛЬНОСТЬ ФОНТАНСКОГО ЛАВОВОГО ПОТОКА

В петрографической литературе фонтанский лавовый поток известен очень хорошо, поскольку именно из него происходят имеющиеся почти во всех советских коллекциях замечательные армянские обсидианы. Несмотря на легкую доступность, поток этот до сих пор достаточно не изучен. Центром излияния его является группа очень красивых вулканических сооружений, расположенная к северу от Еревана. Однако точный центр излияния потока неизвестен, хотя сам поток морфологически очень.

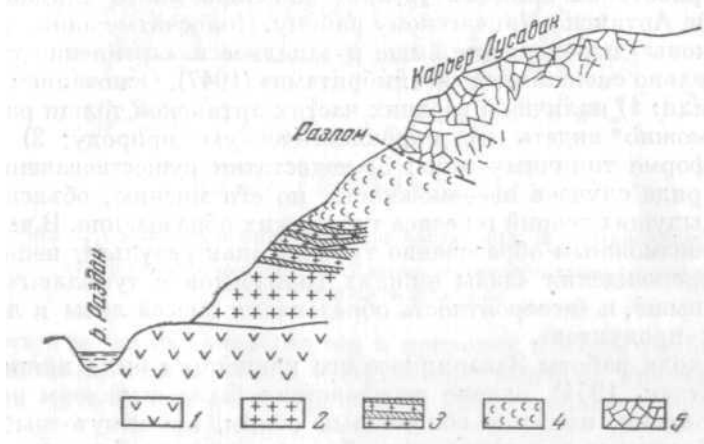


Рис. 4. Схема строения восточного берега р. Раздан около Гюмюшгэса:

1 — довулканическое основание; 2 — липарит; 3 — переслаивание липарита и обсидиана; 4 — обсидиан; 5 — литоидная пемза

хорошо выражен; широкой полосой с несколькими апофизами он вытягивается, резко снижаясь в сторону р. Занги (Раздан), которая вскрывает его западный конец между селением Нурнус и Гюмюшгэсом. Общая мощность потока с трудом поддается оценке, но, видимо, она превышает 300 м; в других местах, судя по рельефу, она должна также измеряться величинами более сотни метров. Протяженность потока около десятка километров.

Строение обрыва восточного берега р. Раздан схематично изображено на рис. 4. Непосредственно у уреза воды обнажается довулканическое основание, представленное нормальными кайнозойскими осадками, на поверхность которых налегает интересующий нас лавовый поток.

При явной однородности потока в целом он определенно зонален. Низ потока сложен явно закристаллизованным флюидалным липаритом светло-бурого цвета. Флюидалность выражена в чередовании линзовидных полос мощности меньше сантиметра различно закристаллизованных и различно окрашенных пород. Преобладающая отдельность породы параллельна флюидалности.

Микроскопическая картина породы чрезвычайно характерна: в породе преобладает мелкокристаллический кислый полевошпат и кристобалит, в очень небольших количествах присутствует мелкий пироксен и агрегат кристаллов магнетита. Наиболее интересной особенностью структуры породы является то, что пироксен, и в особенности магнетит, участвуют в флюидалности, тогда как полевошпат и кристобалит располагаются преимущественно независимо от последней. Объяснение этого видим мы в ранней и медленной кристаллизации этих двух железистых минералов; и поздней и очень быстрой кристаллизации светлых минералов.

Еще одна особенность структуры липаритов: в них иногда встречаются сильно вытянутые по флюидалности линзы, по краям которых развивается сферолитовая корочка полевых шпатов, а в центре располагается агрегат чешуйчатых кристаллов кристобалита (рис.5). Образование этих линзочек мы связываем с раскристаллизацией мелких полос стекла, лишенных полевошпатовых зародышей, поэтому рост кристалла начался с их краев, как места зарождения полевошпатовых сферолитов, кристобалит же представляет собой избыточную кремнекислоту, освобождающуюся из липаритового состава при кристаллизации полевого пшата.



Рис. 5. Липарит; ув. 200, ник. скрещены

Кристобалит явно метастабильный, кристаллизовавшийся при температурах ниже температур своей устойчивости под влиянием летучих веществ, содержащихся в стекле (Белянкин и Петров, 1949). Мощность липаритовой зоны низа потока почти на 100 м. Выше липарит сменяется зоной обсидиана также отчетливо флюидалного, причем флюидалность его, выраженная в чередовании красных и черных пород, грубо параллельна общему течению потока отдельности и флюидалности липаритов.

Очень интересной оказалась зона перехода между липаритами и обсидианами: здесь полностью отсутствуют какие-либо промежуточные породы, а наблюдается переслаивание флюидалных линз липарита, совершенно подобного липариту нижних частей потока, и линз незакристаллизованного вулканического стекла, совершенно подобного обсидиану средней части потока. Обычно каждая липаритовая линза отделяется от обсидиановой очень ясно выраженной плоскостью отдельности, причем, судя по характеру поверхности трещин отдельности, можно предполагать иногда относительное движение линз вдоль них. Постепенность переходов сказывается лишь в количестве и мощности липаритовых и обсидиановых линз; в низу переходной зоны среди липарита начинают появляться сначала только мелкие маломощные (1—2 см) линзочки стекла. Выше количество линз увеличивается и мощность их становится больше. Особенно четко «переслаивание» липарита и обсидиана видно в центральной части переходной зоны, где количество их равно, а мощность линз — флюидалных пластов — достигает 10—15 см.

Еще выше мощность линз стекла увеличивается, а липарита уменьшается, а на самом верху зоны наблюдается противоположная картина — мелкие линзы закристаллизованного липарита лежат среди флюидального красно-черного обсидиана.

В нижней части обсидиановой зоны отдельность и флюидальность, как и в липарите, грубо параллельна основанию потока. Выше начинаются

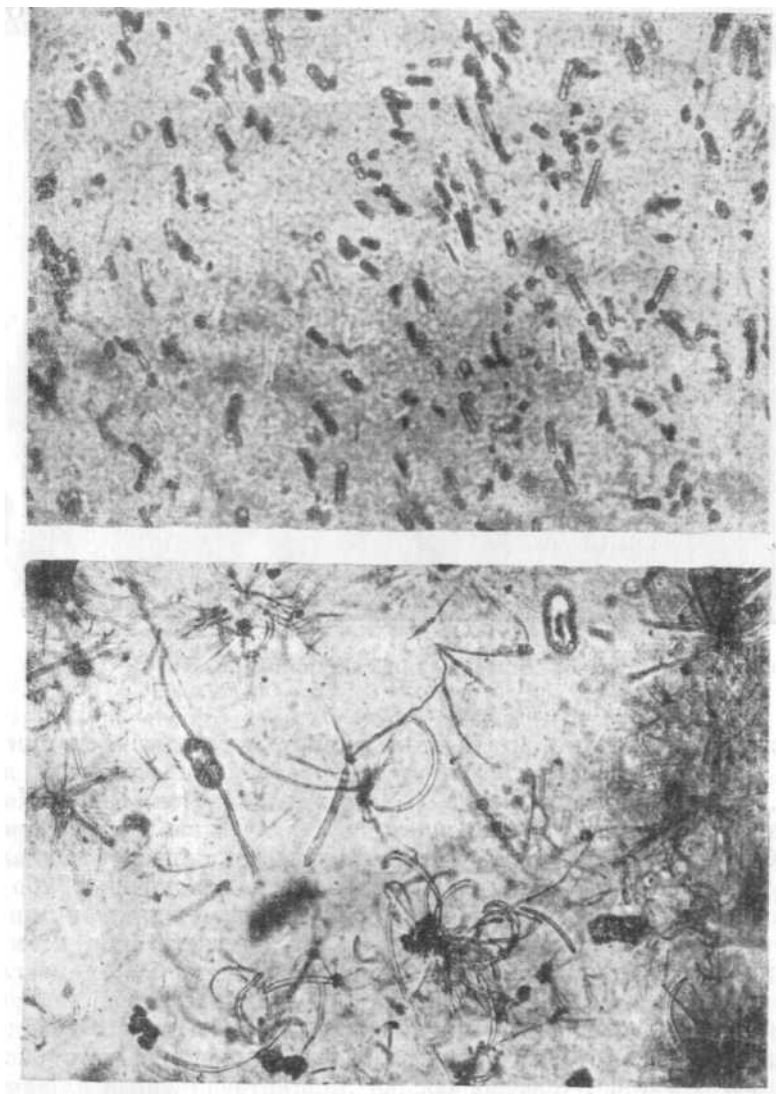


Рис. 6. Обсидиан из района переслаивания липарита и обсидиана, ув. 250, без анализатора:

кверху — участок с кристаллами пироксена; внизу — участок с волосовидными кристаллами

некоторые изгибания и «завихрения» флюидальности. Мощность обсидиановой зоны в обрыве р. Занги также около 100 м.

Состав обсидиана весьма прост: в нем резко преобладает стекло совершенно бесцветное, под микроскопом в черных разностях, и бурое — в красных. Светопреломление бесцветного стекла равно 1,482 (опреде-

ление В. В. Наседкина); водусодержание 0,5%. По кривой Джорджа эти данные соответствуют очень кислому стеклу с содержанием кремнекислоты выше 70%, что в общем отвечает анализам, известным в литературе для стекол этого потока.

Кроме стекла, в породе присутствуют и кристаллы железосодержащих минералов—пироксена и магнетита (рис.6). Последний образует агрегат кубических кристаллов; размер их — несколько тысячных долей миллиметра. Располагаются они в строгом соответствии с флюидальными потоками. Форма кристаллов пироксена резко меняется в зависимости от положения

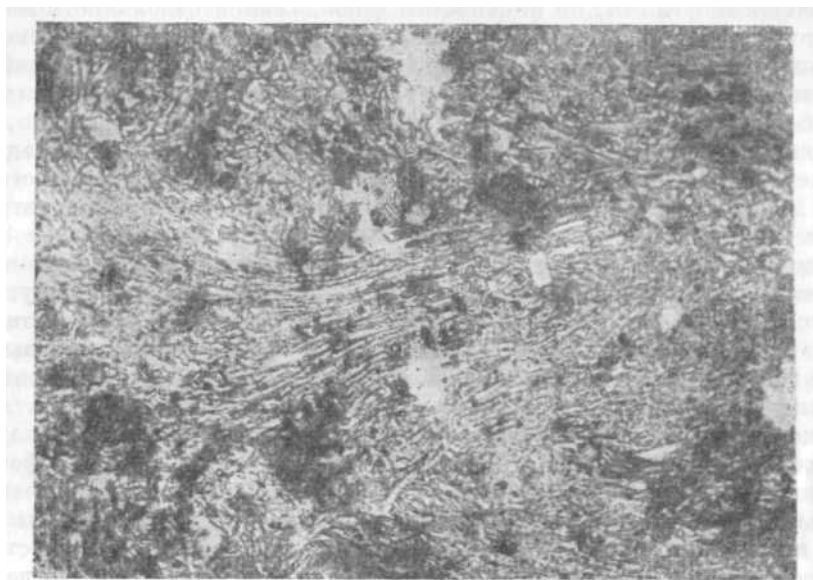


Рис. 7. Литоидная пемза; видны волосовидные трубчатые поры. Ув. 100, без анализатора

в стекле, в большинстве случаев это короткостолбчатые кристаллы размером до 0,01 мм, причем, как правило, в центре каждого из них располагается магнетитовый кристаллик или серия их. Реже встречаются кристаллиты, представляющие тонкие, причудливо изгибающиеся волоски, сходящиеся в едином центре. Судя по светопреломлению и двупреломлению, волокна эти также следует отнести к пироксену. Кристаллы пироксена и его (?) кристаллиты, располагаются в разных флюидальных полосах; в тех из них, в которых встречаются кристаллиты, нет кристаллов пироксена, и наоборот. Описанная картина вполне согласуется с тем, что удалось наблюдать в закристаллизованном липарите.

К сожалению, в обрыве р. Занги не виден нормальный переход обсидиана в литоидную пемзу. В месте перехода через поток проходит зона тектонического разлома; мощность зоны более десятка метров и выполнена она обсидиано-пемзовым милонитом.

Мощность литоидной пемзы в склоне р. Занги превышает 100 м и в общем явно больше мощности липарита или обсидиана. Отдельность «литоидной пемзы» мелкоглыбовая, однако в крупных обнажениях видна и флюидальность и «первичность» залегания ее, т. е. литоидная пемза явно принадлежит тому же потоку.

Микроскопия литоидной пемзы весьма проста. Составляет ее бесцветное стекло, переполненное мельчайшими трубчатыми порами (рис. 7). Размер пор в поперечнике около 0,01—0,10 мм при длине, часто превышающей

целые миллиметры. Обычно параллельная ориентировка трубок, но местами наблюдаются местные завихления и закручивания их.

Так как непосредственно в обрыве р. Радзан (Занги) переход обсидиана в пемзу отсутствует, то изучить его нам пришлось в описанном ранее (Петров, 1957) выходе обсидианового потока, вскрытого дорожной выемкой на шоссе Ереван—Тбилиси (в 65 км от Еревана). Здесь мы приведем это описание, несколько дополнив его новыми наблюдениями.

Отдельность обсидиана в этом обнажении, в отличие от обнажения р. Занги, еще более «закручена». Флюидальные полосы иногда падают под большими углами; по плоскостям флюидальной отдельности явно намечаются дифференциальные подвижки, в результате которых некоторые небольшой мощности полосы разорваны перпендикулярно их мощности, что совершенно явно свидетельствует о различной вязкости разных флюидальных полос; более мощные, менее остывшие, и, следовательно, менее вязкие полосы еще продолжают течь, тогда как более тонкие, охладившиеся претерпевают хрупкий излом — своеобразное «будинирование». Имеется и некоторое различие в составе стекла; в нем здесь полностью отсутствуют какие-либо кристаллические элементы.

Вспучиванию в контакте стекла и пемзы подвергаются не все флюидальные слои и линзы стекла, а только некоторые из них, другие же остаются почти не вспучившимся стеклом. Это стекло в форме «конского хвоста» на несколько метров входит в толщу литоидной пемзы. Наконец, все стекло сменяется пемзой. Мощность пемзы здесь относительно невелика и не превышает первых десятков метров.

В дореволюционной ювелирной промышленности из этого обнажения были хорошо известны серые обсидианы, обладающие очень эффектным шелковым отливом. Они слагают некоторые зоны среди не вспучившихся обсидианов и литоидных пемз, шелковистый отлив обусловлен наличием в них мелких (0,1—0,05 мм), сильно вытянутых по флюидальности пор. Количество пор колеблется в довольно широких пределах, отдельные подсчеты в шлифе показывали, что поры в обсидиане занимают от 2 до 7% площади шлифа.

Литоидная пемза представлена тем же, что и обсидиан, — совершенно незакристаллизованным пористым стеклом; поры большей частью трубчатые размером 0,01—0,10 мм в поперечнике при длине до 2—3 мм и более. В большинстве случаев все поры ориентированы параллельно и только в некоторых местах сложно закручены. Количество пор порядка 50% всей площади шлифа (см. рис. 7.).

Разберем хотя бы отчасти генезис пород фонтанско-нурнусского потока. Несомненно, все описанные разности образовались из одной и той же жидкой лавы, не содержащей в момент излияния каких-либо кристаллических образований в результате разных условий застывания лавы.

Лава в нижних частях потока застывала значительно медленнее, чем лавы во всех других частях потока. В результате этого здесь кристаллизация небольшого количества пироксена и магнетита сменилась массовой кристаллизацией полевого шпата; очевидна исключительная переохлажденность вулканического стекла, и раз начавшаяся кристаллизация в той или иной флюидальной полосе — линзе, по которой были растянуты кристаллические зародыши, шла до конца. Флюидальные полосы стекла, в которые не попадали зародыши, кристаллизовались от боковых закристаллизованных частей, которые играли роль кристаллической затравки; избыточная кремнекислота, неизбежная в липаритовой породе, кристаллизовалась в форме кристобалита в центре таких закристаллизованных участков.

Своеобразие переходной зоны липарит — обсидиан — также явное следствие большой переохлажденности породы; при флюидальном те-

чении лавового потока неизбежны различия в вязкости отдельных флюидальных потоков, в верхних обнажениях это сказалось на характере отдельности и на степени кристалличности. Обсидиан переходной зоны, в отличие от стекла верхних горизонтов, содержит кристаллики пироксена, нет в нем только полевого шпата и кристоалита. Очевидно, что как только где-либо во флюидальном потоке начнется кристаллизация полевого шпата, она неизбежно становится полной, и избыточный кремнезем против полевошпатового состава, содержавшегося в стекле, выпадает в виде кристобалита — образуется липарит; очевидно, обсидиан в этой зоне сохраняет свою стекловатую структуру только в том случае, если в нем не возникают зародыши кристаллов полевых шпатов.

Переход обсидиана в литоидную пемзу является следствием влияния нагрузки верхних горизонтов потока. В полном согласии с экспериментами по вспучиванию стекол лава, находящаяся под нагрузкой, застывает в виде водусодержащего обсидиана; участки лавы, нагрузка на которые невелика (или компенсируется вязкостью породы), вспучиваются в литоидную пемзу, тем более пористую, чем меньше нагрузка.

Весьма существенным является наблюдающееся различие мощности пемзовой покрышки в районе шоссе, близ сел. Фонтан и у Лусаванского карьера. Как и в случае Арктикского потока, и здесь мы должны предположить меньшую вязкость пористой корки (литоидной пемзы), ее более быстрое течение и образование скоплений впереди потока.

Аналогия между строением Арктикско-Кипчагского потока щелочного дацита и липаритового потока Фонтан — Нурнус настолько велика, что позволяет говорить о закономерности этого явления. *Образование пемзовидной верхней зоны на потоке богатой водой лавы является одной из форм зональности лавового потока, возникающей в процессе его охлаждения;* весьма типичным является также увеличение мощности пемзоподобной зоны к нижней (передней) части потока.

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ О ХАРАКТЕРЕ ИЗВЕРЖЕНИЙ, ОБРАЗОВАВШИХ АРТИКСКУЮ ТУФОВУЮ ЛАВУ И ЕРЕВАНО-ЛЕНИНАКАНСКИЕ ТУФЫ

Одинаковый химизм арктикской туфолавы, еревано-ленинканского туфа и подстилающей местами пемзы при общей большой изменчивости состава лав Арагаца позволяет предположить образование всех этих продуктов в результате одного и того же исключительно мощного извержения.

На первых этапах извержения имели место мощные выбросы водусодержащей лавы в воздух, где последняя претерпевала вспучивание, превращалась в пемзу и выпадала, видимо, вместе с дождем; образующиеся при этом временные потоки сносили пемзу в местные понижения рельефа, заполняя их; такой, в частности, характер имеют косослоистые отложения пемзового песка в Аванском карьере и в карьере Пемзашена. Что касается условий залегания пемзы в Анийском месторождении, то здесь пемзовые пласты более правильны и скорее позволяют говорить о ветровой, а не о водной дифференциации пемзового материала (Залесский и Петров, 1931). Главная фаза извержения сопровождалась очень большим количеством пепловых выбросов. В выброшенных продуктах преобладают мелкие пепловые частицы, претерпевающие спекание, однако кроме них имеют место и другие продукты, в распределении которых отчетливо намечается ветровая дифференциация (преимущественно пепловые туфы у Еревана, пемзовые у сел. Ани, богатые стекловатыми бомбами — «фьямме», у Бюракана и т. д.)

Одновременно с извержением главной массы богатого водой пирокластического материала происходило и изливание таких же лав (Артикское месторождение) в результате вспучивания верхних частей потока лавы, находившейся под небольшим давлением, образовалась пемзовая корка, в которую падало некоторое количество туфового материала. Наиболее плотные обломки могли тонуть в пористой очень легкой пенной массе.

Описанная «реконструкция» процесса Алагезского туфового извержения снимает, как нам кажется, все вопросы, поставленные в свое время А. Н. Заварицким.

МЕСТО ТУФОВЫХ ЛАВ И ИГНИМБРИТОВ В ОБЩЕЙ СХЕМЕ ПОРОД, ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПО ОБЛИКУ МЕЖДУ ЛАВАМИ И ТУФАМИ

В настоящей статье, как и ранее (Петров, 1957), мы, пользуясь новым материалом, пришли к выводу о существовании в природе как туфовых лав, так и игнимбритов; одновременно в опубликованной литературе о трубках взрыва и о стрознии вулканогенных толщ выявился ряд иных по характеру пород, промежуточных между туфами и лавами. Их же удалось изучить нам с В. В. Наседкиным и В. И. Залесским на некоторых куполах Береговского холмогорья в Закарпатье.

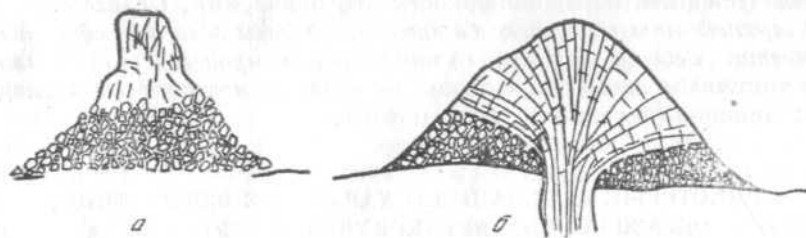


Рис. 8.

а — схема образования и условия залегания купольных брекчий; б — разрез через современный купол (купол Ардов, Закарпатье)

Все литературные данные и наши наблюдения сведены в таблицу, в которой отчетливо видна зависимость характера текстуры лавы или пирокластических выбросов от вязкости извергаемого материала и удаления его от места извержения.

Таблица эта носит безусловно чисто качественный характер, в частности мы совершенно не можем определить расстояние от центра извержения. Для различных извержений сходные продукты образуются на разных расстояниях. Важно только то, что продукты, помещенные в первой вертикальной графе, находятся ближе к центру извержения, чем во второй, и так далее.

Для нас несомненно, что эта таблица может рассматриваться только как начало систематизации продуктов, промежуточных между лавами и туфами. Многие в таблице еще неясно, и для нас совершенно неизвестно, как выражены на дневной поверхности те своеобразные извержения, которые на глубинах представлены трубками взрыва, выполненными кратерной брекчийей. Неясны термины «купольная брекчия», «верхняя и нижняя шлаковые корки», и другие. Некоторым пояснением к нашим представлениям могут служить рис. 8 и 9, относящиеся к реконструкции

строения купола Ардова в Закарпатье и к расшифровке строения некоторых базальтовых потоков Юго-Осетинской и Казбекской вулканических областей в Грузии.

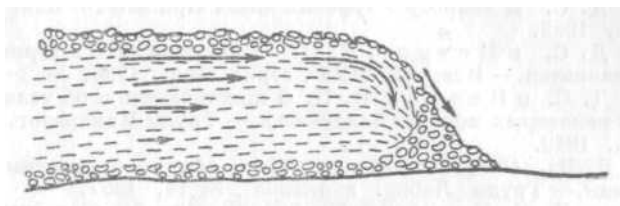


Рис. 9. Схема образования шлаковых корок на лавовом потоке (стрелки изображают скорость и направление движения лавы)

В таблице, к сожалению, не учтены различия в облике такситовых лав, число видов и характер которых, судя по всему, весьма велик, а также не дается деталей строения кратерных брекчий.

Все это дело будущего.

Схема классификации пород, имеющих облик, промежуточный между лавами и туфами, и место среди них туфолав и игнимбригов

Продукт и способ-извержения		Расстояние от центра извержения			
		в кратере или около него	на некотором удалении	далеко	очень далеко
Выбросы лавы в воздух		Агглютинат	Лавоподобный игнимбриг	Игнимбриг, спекшийся туф	Пемза, лепел, пепловый и пемзовый туф
Излияние лавы	Жидкая, относительно богатая водой	Лава	Полосчатая лава	Туфолава	—
	Жидкая, бедная водой		Лава с верхней и нижней шлаковой коркой		—
	Вязкая лава	Кратерная брекчия	Такситовая лава	Полосчатая лава	—
	Очень вязкая лава		Агломератный поток		—
Экструзия чрезвычайно вязкой лавы		Экструзивный конус (игла)	Купольная брекчия	Вулканический песок пепловых туч	—
Взрывное извержение очень вязкой лавы		Кратерная брекчия	—	—	—

ЛИТЕРАТУРА

- А б и х Г. В. Геология Армянского нагорья. Пер. Б. З. Коленко.— Зап. Кавказ. отд. руск. геогр. об-ва, 1899.
- Б е л я н к и н Д. С. К вопросу о туфовых лавах Армении.— Изв. АН СССР, серия геол., № 3, 1952.
- Б е л я н к и н Д. С. и П е т р о в В. П. О кристобалите в горных породах Кавказа и Закавказья.— Изв. АН СССР, серия геол., 1936, № 2—3.
- Б е л я н к и н Д. С. и П е т р о в В. П. О кристобалите и об условиях кристаллизации его в некоторых породах Закавказья.— Труды Минералог. музея АН СССР, вып. 1, М., 1949.
- В л о д а в е ц В. И. О происхождении пород, обычно называемых туфоловами и игнимбритами.— Труды Лабор. вулканол., № 14, 1957.
- В о л о в и к о в а И. М. Игнимбриты Кураминского хребта (Северный Тянь-Шань).— Труды Лабор. вулканол., № 14, 1957.
- З а в а р и ц к и й А. Н. О четвертичных вулканических туфах и туфоловах Армении.— Изв. АН СССР, 1945, № 10—11.
- 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 АрмССР. Естеств. науки, 1946а, № 10.
- З а в а р и ц к и й А. Н. О четвертичных вулканических туфах Армении.— Докл. АН СССР, новая серия, 1946, т. 53, № 8.
- З а в а р и ц к и й А. Н. Игнимбриты Армении.— Изв. АН СССР, серия геол., 1947, № 3.
- З а в а р и ц к и й А. Н. По поводу замечаний П. И. Лебедева о природе туфовых лав Армении.— Изв. АН СССР, серия геол., № 2, 1948.
- З а в а р и ц к и й А. Н. Изверженные горные породы. Изд-во АН СССР, 1955.
- З а л е с с к и й Б. В. и П е т р о в В. П. Арктиское месторождение туфовых лав.— Труды петрогр. ин-та АН СССР, вып. 1, 1931.
- И в а н ч и н - П и с а р е в А. А. Месторождения Арктической туфовой лавы.— Труды ИПМ по строительному камню. М., 1930.
- Л е б е д е в П. И. Алагез — потухший вулкан Армянского нагорья.— Труды СОПС, серия Закавказская, вып. 3, Изд-во АН СССР, 1930.
- Л е в и н с о н - Л е с с и н г Ф. Ю. Армянское вулканическое нагорье.— Природа, № 5, 1928.
- М е с р о п я н А. И. О генезисе четвертичных туфов Армении.— Изв. АН СССР, 1951, т. 4, № 4.
- М к р т ч а н К. А. Некоторые замечания о генезисе туфов Арктического типа Армянской ССР.— Изв. АН СССР, серия геол., 1954, № 5.
- П а ф ф е н г о л ь ц К. Н. Геология Армении. Госгеолиздат, 1948.
- П е т р о в В. П. Игнимбриты и туфовые лавы; еще о природе арктического туфа.— Сб. Туфоловы.— Труды Лабор. вулканол., № 14, 1957.
- Р ы б а л о в Б. Л. О происхождении некоторых туфолов юго-западных отрогов Северного Тянь-Шаня.— Там же.
- Ф а в о р с к а я М. А. Третичные туфоловы Южного Приморья.— Изв. АН СССР, серия геол., 1949, № 5.
- Ф а в о р с к а я М. А. К вопросу о механизме образования некоторых туфолов.— Труды Лабор. вулканол., № 14, 1957.
- Ч и с л и е в Д. Г. Арктическое месторождение туфовых лав, ГИЗ, 1930.