

К. Г. ШИРИНЯН

ИГНИМБРИТЫ И ТУФОЛАВЫ

(Принципы классификации и условия формирования
на примере Армении)

(Институт геологических наук АН Арм. ССР)

Среди большого многообразия вулканических пород уже давно привлекают внимание исследователей своеобразные образования, именуемые игнимбритами и туфолавами.

Характерной особенностью этих пород является наличие в их составе как типично лавового, так и вулканокластического материала. Вполне естественно, что двойственная природа игнимбритов и туфолав вызывает различные, порой явно противоречивые толкования, касающиеся условий их формирования.

О том, насколько спорным является этот вопрос, свидетельствует хотя бы то обстоятельство, что в местной и зарубежной печати уже насчитывается около трехсот работ, посвященных описанию и толкованию генезиса туфолав и игнимбритов. Это указывает и на актуальность данного вопроса.

Необходимо в первую очередь определить четкие принципы разграничения игнимбритов и туфолав, установить критерии генетического и петрографического их определения.

Следует отметить, что многие исследователи в основу своих определений принимают во внимание, в первую очередь, особенности структурного рисунка пород (взаимопараллельные линзовидные образования в более светлой массе), что, несмотря на различный генезис туфолав и игнимбритов, является для них общим признаком. Как увидим ниже, один и тот же структурный рисунок могут иметь как типично пирокластические породы, так и обыкновенные лавовые образования. Следовательно, если исходить только из этого, можно допустить грубую ошибку в применении терминов «туфолава» или «игнимбрит» к различным генетическим типам пород. Очень часто туфолавами называют породы, которые следовало бы считать игнимбритами или наоборот. Такие ошибки больше всего возможны при исследовании палеотипных разновидностей игнимбритов или туфолав, подвергшихся глубоким изменениям и потерявших присущие им первичные особенности залегания, морфологии, текстуры, структуры и др.

В Советском Союзе наибольшее научное и практическое значение имеют игнимбриты и туфолавы Армении. Армянские туфы являются одним из классических образований земного шара.

Понятие «туфолава» впервые было введено в литературу Г. Абигом (1899) на основании исследований, проведенных им на территории Армении.

Что касается понятия «игнимбрит», то хотя оно было впервые применено Маршаллом (Marshall, 1935) на основании изучения риолитовых пород Новой Зеландии, в советскую геологическую литературу этот термин вошел лишь после того, как А. Н. Заварицким (1947) был отмечен ряд особенностей игнимбритов для армянских туфов и туфолав. Работа А. Н. Заварицкого «Игнимбриты Армении» послужила примером по выявлению и исследованию аналогичных образований и вызвала широкую дискуссию по этому вопросу.

В связи с изложенным уточнение понятия «игнимбриты» и «туфолавы» применительно к определенным типам туфов Армении имеет первостепенное значение.

Необходимость дальнейшего изучения армянских туфов и туфолав, уточнение условий их формирования было отмечено самим Заварицким, поскольку «новый взгляд на четвертичные туфы и туфолавы Армении» был предложен им в виде рабочей гипотезы.

Одновременное присутствие и совместное нахождение в Армении всех известных разновидностей туфовых пород и других вулканических образований создает весьма благоприятные условия для решения ряда спорных вопросов. Этому способствуют также весьма молодой возраст и полная сохранность первичных форм залегания, структуры, текстуры и других петрографических особенностей.

Поэтому не случайно большая часть советской геологической литературы, посвященной исследованию игнимбритов и туфолав, базируется на результатах исследований туфов Армении. В числе их работы таких известных ученых, как Г. Абих (1899), Ф. Ю. Левинсон-Лессинг (1928), П. И. Лебедев (1930, 1947), К. Н. Паффенгольц (1938), А. Н. Заварицкий (1945, 1947, 1948), Е. Г. Белянкин (1952), В. П. Петров (1957) и другие.

Условия формирования вулканических туфов и туфолав Армении дискутируются в литературе начиная со второй половины XIX в., но ни одна из выдвинутых до сих пор точек зрения не является всеобъемлющей, не вскрывает и не разъясняет все имеющиеся фактические данные. Каждый из выдвинутых взглядов скорее всего объясняет какую-либо особенность или отдельные особенности формирования этих пород. Мы не ставим перед собой задачу произвести разбор всех имеющихся на сей день точек зрения, однако в ходе изложения фактического материала целесообразно критически рассмотреть некоторые укоренившиеся взгляды по данной проблеме. Возвращение к предыдущим исследованиям диктуется той необходимостью, что во многих из них изложен ряд ценных взглядов, не утративших свое значение и до настоящего времени.

Прежде всего остановимся на петрографической классификации туфов и характеристике отдельных разновидностей. Их можно разбить на две основные генетические группы.

I. Туфолавы (известные в литературе также как туфы арктического типа).

II. Пирокластические спекшиеся туфы или игнимбриты, подразделяемые в свою очередь на следующие петрографические типы:

- 1) туфы еревано-ленинканского типа;
- 2) «пламенные» туфы или туфы шамиран-бюраканского типа;
- 3) пемзовые туфы или туфы анийского типа.

Пирокластические туфы (игнимбриты) представляют собой типичную кластическую породу, состоящую из пепловых частиц, более крупных включений вязких выбросов различных стекловатых масс, обломков разнообразных пород и минералов. Это в основном плотные (спекшиеся) породы разнообразных цветов, окраска которых обусловлена главным образом различными соотношениями окисных и закисных соединений железа, содержащихся в породе.

Для «пламенных» туфов характерно содержание в светлой окисленной пирокластической пепловой массе плотных, черных стекловатых включений («фьямме»), имеющих в разрезах форму языка пламени. В этом отношении «пламенные» туфы напоминают знаменитые пиперно окрестностей Неаполя.

Исключая фьямме, между пламенными туфами и туфами еревано-ленинканского типа устанавливается полное сходство. Под микроскопом видно, что главная «цементирующая» масса пламенных туфов (рис. 1),

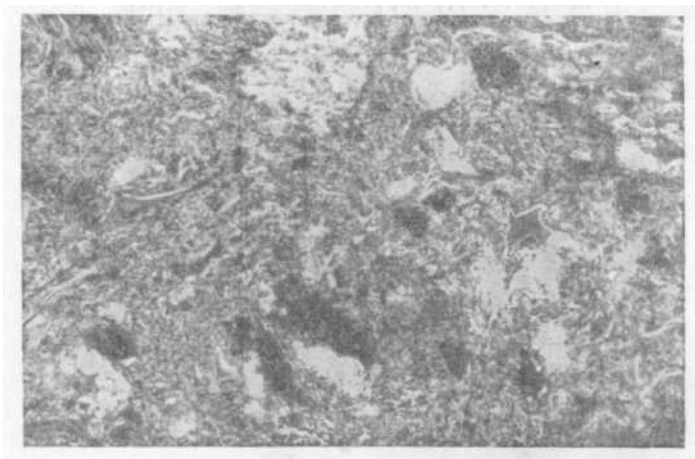


Рис. 1. Микротекстура игнимбрита (пламенный тип).
Без анализатора, ув. 15х

наподобие туфов еревано-ленинканского типа имеет витрокластическую структуру. Обломки стекла в обеих разновидностях имеют характерные для пеплов формы — вогнуто-выпуклую, волокнистую, нитевидную, рогулек и др.

Размеры фьямме в пламенных туфах крайне разнообразны. Чаще всего величина их измеряется 2—4 см. При увеличении количества включений фьямме и возрастании интенсивности их сплюснутости порода приобретает флюидально-полосчатую текстуру, что вызвано слиянием вязких стекловатых включений, чередующихся со светлоокрашенными участками.

Плотные стекловатые включения в отличие от мелкообломочной пепловой массы не окислены. Окисление захватывает иногда лишь наружную зону включений в виде окрашенной в желтый цвет каймы.

Химический состав фьямме, как видно из нижеприведенных данных (см. таблицу), почти не отличается от состава основной массы, за исключением несколько большего содержания кремнекислоты, соотношения закисных и окисных соединений железа.

Пемзовые туфы или туфы анийского типа похожи на пламенные туфы, от которых отличаются лишь тем, что черные плотные стекловатые фьямме здесь представлены включениями пемзового стекла светло-желтого цвета. Последние также имеют сплюснутые линзовидные формы. Размеры включений обычно такие же, как и в пламенных туфах, но иногда достигают крупных размеров (4—8 см и более).

Под микроскопом структура пемзовых туфов типично кластическая. Основная масса состоит из мелких обломков пемзового стекла с характерными для пеплов вогнуто-выпуклыми формами а также обломков лав и минералов.

Цветосновной—цементирующей массы—оранжево-желтый, что вызвано относительно интенсивным окислением мелкообломочной массы по сравнению с включением фьямме.

Таблица

Компоненты	Основная масса	Фьямме
SiO ₂	61,50	62,88
TiO ₂	0,64	0,74
Al ₂ O ₃	16,45	16,41
Fe ₂ O ₃	4,38	2,47
FeO	0,48	1,60
MnO	0,07	0,04
MgO	1,35	1,76
CaO	3,00	3,02
Na ₂ O	3,52	3,06
K ₂ O	3,26	3,43
H ₂ O	0,20	0,42
П. п. п.	6,08	3,46
С у м м а	100,93	99,29

Т у ф о л а в ы отличаются от пирокластических туфов лавоподобной структурой. Но в отличие от типичных лав туфолавы содержат включения пористого пемзово-шлакового материала, вследствие чего и структурный их рисунок напоминает обломочную породу. До своего структурному рисунку туфолавы похожи на пламенные туфы, но под микроскопов

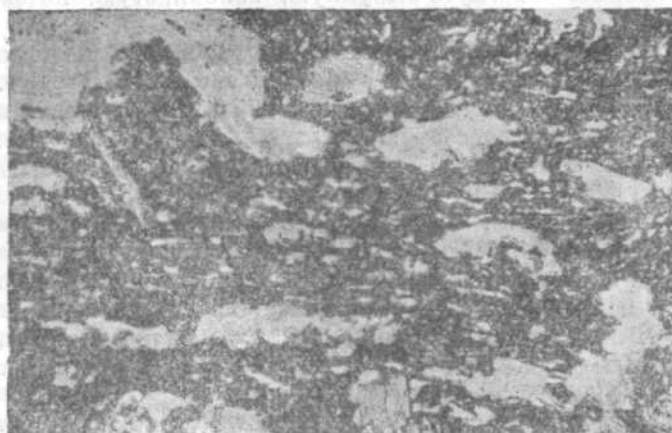


Рис. 2. Микротекстура туфолавы в вертикальном срезе. Хорошо видна флюидальность. Без анализатора, ув. 15х

всегда устанавливается лавоподобная, мелкопористо-пузыристая, стекловатая структура туфолав в отличие от витрокластической — пепловой структуры пламенных туфов (рис. 2).

Таким образом, между пламенными туфами Армении, относимыми нами к игнимбритам, и туфолавами, несмотря на сходство структурного рисун-

ка, устанавливается полная противоположность: в туфолавах устанавливается наличие включений в лавовой массе, а в игнимбритах — наоборот, включения лав в витрокластической — пепловой массе.

Включения в туфолавах представлены несколько темными или, наоборот, светлыми по отношению к основной массе, сильно пористыми,



Рис. 3. Линзовидные формы черного стекла в красном обсидиане из г. Атис

пемзово-шлаковыми образованиями, тогда как в пламенных туфах они представлены черной плотной стекловатой лавой.

Таким образом, среди армянских туфов четко разграничиваются две категории пород, для первой из которых характерна пирокластическая структура основной массы, а для другой — лавовая.

Первую группу пород, образованную из палящих туч, бесспорно, надо отнести к игнимбритам, а другую — к туфолавам.

Как известно, в работе «Игнимбриды Армении» А. Н. Заварицкий к игнимбритам относит как явно пирокластические туфы, так и туфолавы.

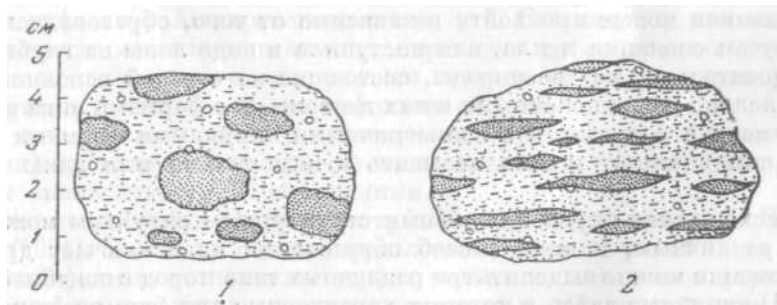


Рис. 4. Зарисовка структуры черного обсидиана из г. Гехасар: горизонтальный (1) и вертикальный (2) срезы

Основанием для такого утверждения является то обстоятельство, что интенсивное «сваривание» частиц раскаленного пепла может приводить к совершенной или почти совершенной утрате следов первоначальной пирокластической структуры. Отсутствие пирокластической структуры в туфолах Армении Заварицкий объяснял именно как результат такого видоизменения.

Собранный за последние годы большой фактический материал говорит против взгляда об образовании туфолав Армении в результате возможных постэруптивных видоизменений.

Как известно, в качестве одного из доводов такого рассуждения Заварицкий приводил наличие в туфолах расплющенных кусочков пемзы, вытянутых в направлении слоистости.

Наличие аналогичного явления в туфах с явной пирокластической структурой и в туфолах, где заключающая их масса возможно «сварилась» в плотную лавоподобную массу, как будто не отрицает возможности такого видоизменения. Но обратимся к фактам.

Как показали, исследования текстуры разнообразных вулканических пород Армении, сплюснутые формы лепешек, имеющие в поперечных разрезах неправильные линзовидные очертания, характерны не только для обломочных пород. На рис. 3 приведено фото обсидиана из г. Агис, а на рис. 4 — зарисовка черного обсидиана из горы Гехасар на Гегамском хребте в вертикальном разрезе и в горизонтальной плоскости. Линзовидные контуры представляют темные участки стекла с характерным стеклянным блеском, а основная светлая часть представлена частично выкристаллизованным и помутневшим микрофельзитовым стеклом, имеющим под микроскопом флюидальное строение. Примеры таких структур для типичных лав в Армении не единичны. Так, В. П. Петровым (1957) описаны взаимные обтекания пемзовых и обсидиановых полос у с. Фонтан в Армении, вследствие чего лавовый поток приобретает характерный для туфолав структурный рисунок.

Характерные или близкие к структурам туфолав рисунки можно видеть и в брекчированных обсидианах Армении, образовавшихся раздроблением и частичной резорбцией застывшей лавы.

Флюидальные липариты с включениями хлоритизированного порфирита, имеющие характерные для туфолав структуры, описаны также М. А. Фаворской (1957).

Таким образом, один из признаков игнимбритов, что часто кладется в основу для распознавания подобного типа пород,— наличие взаимопараллельных сплюснутых линзовидных включений,— сам по себе не может являться достаточным диагностическим признаком.

В этом отношении наши исследования дополняют и подтверждают высказанное Фаворской (1957) положение о том, что расплющивание пластичных обломков может произойти независимо от того, образовалась ли эта масса путем спекания пепла, или поступила в виде лавы из глубины.

Следовательно, не все породы, состоящие из светлой основной массы с параллельно расположенными в них лепешками с формами линз или языков пламени в разрезах и с изометричными округлыми формами в горизонтальном сечении, можно называть игнимбритами или даже туфолавами.

Происхождение пород с подобным структурным рисунком может быть весьма различным, и один способ образования не исключает другой.

В Армении можно выделить три различных типа пород с подобной структурой: 1) типичные лавы, в которых характерные для фьямме формы образуются в результате своеобразного видоизменения, взаимного обтекания и флюидальности магматической массы; 2) туфолавы, состоящие из сплошного стекловатого лавоподобного базиса, но содержащие пемзово-шлаковые включения пористого стекла, сплюснутых согласно напластованию

породы и имеющие полосчатые, линзовидные формы или формы, напоминающие языки пламени; 3) пламенные туфы, состоящие из витрокластической стекловато-пепловой основной массы и содержащие черные плотные включения стекла с характерными формами языков пламени.

Что касается структуры главной массы туфов, в которой погружены «фьямме», то фактические материалы говорят о первичной, ее природе, а не представляет собой видоизмененную обломочную массу.

Изучение изменений признаков пород, значение которых было в свое время отмечено Заварицким (1947), показало, что для игнимбритовых пластов характерным является увеличение интенсивности спекания сверху вниз. Чем больше мощность слоев, тем плотнее породы в нижних частях туфового пласта.

Следовательно, если принять то положение, что туфолавы Армении являются следствием видоизменения пирокластических туфов, то, залегая под типичными пирокластическими туфами, они должны были отличаться от первых большей плотностью.

Но многочисленные исследования физико-механических свойств туфолов выявляют противоположное, т. е. плотность туфолов значительно уступает плотности всех разновидностей пирокластических туфов. При одном и том же удельном весе объемный вес туфолов колеблется в пределах от 0,70 до 1,78 и туфов 1,70—2,30.

Вместе с этим наиболее плотные и интенсивно сварившиеся туфы еревано-ленинканского типа и пламенные туфы всегда сохраняют первичную пирокластическую структуру независимо от мощности слоя и глубины залегания.

Нами было установлено наличие витрокластической структуры даже в тех игнимбритах, в которых соотношения удельного веса к объемному составляют 2,49—2,32. Значит, даже при самой большой плотности породы, что достигается в результате интенсивного сваривания в условиях значительного давления и температуры нижних слоев, пирокластическая структура в игнимбритах сохраняется.

Наоборот, самые маломощные пласты туфолов имеют присущую им лаваподобную структуру.

Сторонники игнимбритовой природы туфолов Армении в своих выводах основывались также на генетическом единстве туфо-туфолаваовой толщи Армении, считая их образованием в результате единого вулканического акта. Однако за последние годы доказана стратифицированность туфо-туфолаваовых образований Армении (Адамян, 1950; Ширинян, 1956, 1958, и др.).

Выдвигая игнимбритовую теорию образования туфов Армении, Заварицкий считал, что существует ряд взаимных переходов от типичных туфов к туфолавам.

Необходимо отметить, что описанные им примеры взаимных переходов туфов и туфолов у Аштаракского моста, у с. Ошакан и у каньона р. Гедар являются описанием взаимных переходов туфов еревано-ленинканского типа к пламенным, которые мы считаем одним из разновидностей игнимбритов Армении, но не туфолаваовой.

Как мы отметили, между пламенными туфами и туфолавами (арктический тип) существует ряд существенных различий, что не позволяет считать их аналогичными образованиями.

Описание пламенных туфов как туфолов имеет свое начало от П. И. Лебедева (1931). В основу своих определений Лебедев принимал то рассуждение, что фьямме в пламенных туфах только на вид имеют форму включений, что это остаточные участки первоначальной черной лавы, не затронутые процессами, превратившими породу в кирпично-красную разновидность туфовой лавы.

Такое объяснение формирования пламенных туфов при явной пластической структуре основной массы, породы, конечно, не является приемлемым. Вместе с тем не вызывает сомнения и неприемлемость термина туфолава к пламенным туфам.

Таким образом, несмотря на внешнее сходство структурного рисунка, в условиях Армянской ССР четко разграничиваются две группы пород — игнимбрнты и туфолавы.

Отнесение большей части туфовых пород Армении (исключая туфы арктического типа или туфолавы) к породам типа игнимбритов подтверждается большим фактическим материалом.

Одним из характерных признаков игнимбритов является отсутствие вулканических конусов центров извержений игнимбритов.

Не касаясь вопроса, были ли правы Феннер (Fenner, 1923, 1937) или Маршалл (Marshall, 1935) в своих суждениях относительно центров извержений Катмайских туфов, необходимо подчеркнуть, что наш фактический материал говорит в пользу образования игнимбритов Армении из трещин, а не из вулканических конусов.

В пределах распространения туфовых образований Армении нигде не устанавливаются центры извержений, с которыми можно было бы связать образование туфов.

Единственное крупное вулканическое сооружение, которое расположено в центре большей части туфо-туфолавоых образований Армении и с которыми делались попытки связать извержения туфов — это вулкан Арагац. Однако трудно допустить, чтобы огромное количество выброшенного материала, объем которого превышает 100 км^3 , было бы обязано деятельности какого-нибудь одного вулканического конуса (Месропян, 1951).

Не подтверждается также мнение (Асланян, 1956) о том, что центрами извержений туфов Армении являются шлаковые вулканические аппараты.

В районе залегания некоторых туфовых покровов, занимающих десятки квадратных километров, шлаковые конусы или какие-либо другие вулканические аппараты вообще отсутствуют. Кроме того, в возрастном отношении шлаки в основном предшествуют туфовым извержениям, а в морфологии шлаковых конусов не устанавливаются какие-либо изменения, связанные с предполагаемыми последующими извержениями туфов.

Конусы, с которыми делается попытка связать извержение туфов, сложены из основных и средних по химическому составу шлаковых выбросов, тогда как туфы значительно кислее.

Кроме того, в туфах отсутствуют обломки материалов пород (шлаков), слагающих вулканические конусы.

Отрицая наличие вулканических конусов, с которыми можно было бы связывать образование туфов, мы стоим на точке зрения Маршалла (Marshall, 1935) и Заварицкого (1947) утверждавшим о своего рода «выдувании» или распылении лавы на мелкие частицы из трещин, а не из какого-либо конуса. Нами был установлен ряд вероятных направлений развития трещин (Ширинаян, 1957), с каждым из которых связаны определенные разрезы туфо-туфолавоых образований.

Наиболее интересный разрез устанавливается по линии Артик — Ошакан, вдоль южных склонов г. Арагац с северо-запада на юго-восток, где напластования туфов представлены в следующей последовательности (снизу вверх): пемзовые туфы, туфы еревано-ленинканского типа, туфовые лавы, туфы еревано-ленинканского типа, фашиально переходящие в пламенные туфы. Выдержанность напластования по типу и времени образования туфов на протяжении нескольких десятков километров, механический состав и степень спекания говорят о связи туфо-туфола-

вовых образований из единой системы трещин, связанных с общим магматическим очагом.

А. Н. Заварицкий (1947) обратил внимание на наличие посторонних угловатых включений в туфах Армении, представляющих чуждые обломки тех лав, которые образуют «почву»; они попадают в туфовый материал с «почвы», по которой прошла насыщенная пеплом раскаленная туча.

Эти обломки встречаются в игнимбригах Армении повсеместно, иногда в виде целых скоплений, прослоев.

Характерные формы обломков, беспорядочное расположение их в туфовом слое, а главное их состав позволяют говорить не только о форме передвижения раскаленной обломочной массы, но и о залегании туфового материала недалеко от места извержения. Именно такие небольшие перемещения песчано-пепловой массы, которой была насыщена палящая туча, обусловили сохранение высокой температуры и спекание отложившегося туфового материала.

О достаточно высокой температуре отложившегося материала свидетельствуют имевшие место процессы окисления формировавшегося слоя, захватывающие верхнюю часть туфового пласта до глубины 2—3 м и более.

Некоторые исследователи (Месропян, 1951) считают, что источники извержения туфового материала находились за пределами Армении. Такая точка зрения, основанная на перемещении обломочного материала по «колоссальной траектории» воздушным путем, явно противоречит нашим представлениям о туфах Армении, как образованиях из палящих туч.

Отсутствие цементирующего материала в туфах и наличие процессов спекания полностью отрицают возможность воздушного переноса обломочного материала на более или менее значительные расстояния.

Такому представлению противоречит и отсутствие постепенных переходов от крупных фракций к мелким на больших протяжениях залегания туфовых слоев.

Остановимся на условиях формирования туфолав.

После того как была доказана первичность лавоподобной структуры туфолав, лавовая природа последних не вызывает сомнений. Но механизм образования туфолав, по-видимому, несколько отличается от механизма образования обычных лавовых потоков. До того как осветить этот вопрос, необходимо сделать некоторое отступление.

В Армении известны единичные разрезы, где устанавливаются постепенные переходы от туфолав к типичным плотным черным дацитам. В частности, такое взаимоотношение с дацитами можно видеть вблизи вершинной зоны г. Арагац, у шлакового конуса Зиарат и в других пунктах.

С другой стороны, на г. Мусху (юго-восточный склон Арагаца) снизу вверх устанавливается постепенный переход туфовой лавы к Красным спекшимся туфам еревано-ленинканского типа, т. е. к игнимбригам.

Таким образом, имеются разрезы, где туфолава постепенно переходит в плотную однородную дацитовую лаву, с другой стороны — в вулканокластические породы — спекшиеся туфы.

Помимо этого в районе Артикского месторождения в начале Могровского оврага имеется разрез, где сверху вниз устанавливается обратное взаимоотношение туфолав и игнимбригов. Здесь туфолавы, слагающие верхнюю часть разреза, ниже постепенно переходят в игнимбриги. Это обстоятельство в свою очередь исключает возможность постэруптивных

изменений игнимбритов вплоть до потери пирокластической структуры.

Во всех отмеченных разрезах туфолавы представлены сильно пористыми мягкими породами, а игнимбриты — плотными твердыми образованиями, сохранившими, как это выявляется наблюдениями под микроскопом, присущую им пирокластическую структуру.

Изложенный выше фактический материал дает нам основание полагать, что особенности строения туфо-туфолаговой толщи Армении обусловлены последовательными изменениями характера извержений, при котором количественные соотношения твердого — раскаленного кластического и жидкого первичного лавового материала значительно варьируют во времени.

Формирование туфов еревано-ленинканского типа обусловлено почти полным распылением магматического расплава и его выбросом в виде раскаленного песчано-пеплового материала, движение которого представляется в виде палящей тучи. Процессу распыления предшествовало сильное расширение, насыщение газовыми пузырьками и вспучивание лавы. Об этом свидетельствуют формы обломков стекла в вулканическом туфе, сохранившие разнообразные изогнутые формы стенок газовых пузырьков. Образование пламенных туфов обусловлено выбросом вместе с пепловым материалом остатков огненножидких лав. Последние, после слеживания, ввиду большой пластичности сплющивались, получая линзовидные формы фьямме.

Таким же образом можно объяснить образование другой разновидности игнимбритов в Армении — туфов анийского типа, содержащих в себе расплющенные кусочки пемзы.

В туфолавах мы наблюдаем обратное соотношение жидкой и твердой обломочной массы.

При образовании туфолав, по-видимому, было лишь частичное распыление магматического расплава на лапилли и агломератовые глыбы.

Остальная часть магматического материала доставлялась на поверхность в виде сильно вспученной пузыристой лавы, а возможно также в виде выбросов крупных кусков вязкой массы, которые благодаря большой пластичности соединялись впоследствии в единое целое.

Таким образом, туфолавы по природе представляют нечто промежуточное между палящими тучами (или, как их часто называют, пирокластическими потоками) и обычными лавовыми потоками. Но в туфолавах по сравнению с любой разновидностью игнимбритов значение обломочной массы весьма подчиненное. Необходимо отметить также, что значительная часть обломков в туфолавах, имеющих формы взаимнопараллельных линзовидных включений, является следствием расплющивания вязких включений в движущей лавовой массе.

Подводя итог изложенному по вопросу генезиса туфов и туфолав Арменип, можно с уверенностью говорить, что туфы еревано-ленинканского, анийского и пламенного типов являются типичными спекшимися пирокластическими образованиями — игнимбритами.

Арктикский туф или туфолава является промежуточным типом, образованным между настоящими игнимбритами и лавами, но по своей природе, составу и особенностям она ближе стоит к лавам, чем к игнимбритам.

Основным петрографическим признаком, позволяющим различить игнимбриты от туфолав, является структура главной — цементирующей массы, а не особенности структурного рисунка породы.

Таким образом, на примере разрезов туфов Армянской ССР мы имеем непрерывный ряд пород от разнотипных игнимбритов через туфолавы к обыкновенным лавам.

Такая последовательность образования вулканических продуктов, отразившаяся в строении туфо-туфолаваовой толщи Армении в виде неоднократного чередования различных по типу пород, является следствием последовательно повторившихся взаимосвязанных извержений.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- А б и х Г. В. Геология Армянского нагорья, западная часть. Пятигорск. 1899.
- А д а м я н А. А. К вопросу о стратиграфическом расчленении туфо-туфолаваовой толщи южных склонов массива г. Арагац.— Изв. АН Арм. ССР, т. III, № 2, 1950.
- А с л а н я н А. Т. О центрах извержений новейших туфов Армянского нагорья. Изд. Ерев. Ун-та, № 13, 1956.
- Б е л я н к и н Д. С. К характеристике брекчиевидных и полосчатых лав вулкана Эльбруса.— Докл. АН СССР, 21, № 5, 1938.
- Б е л я н к и н Д. С. К вопросу о туфовых лавах Армении.— Изв. АН СССР, серия геол., № 3, 1952.
- В л о д а в е ц В. И. О некоторых семячковых туфолавах и их происхождении. Там же.
- В л о д а в е ц В. И. О происхождении пород, обычно называемых туфолавами и игнимбритами.— Труды «Лаб. вулканол. АН СССР, вып., 14, 1957.
- В о л о в и к о в а И. М. Игнимбриты Кураминского хребта (Северный Тянь-Шань). Там же.
- З а в а р и ц к и й А. Н. О четвертичных вулканических туфах и туфолавах Армении.— Вестник АН СССР, 1945, № 10—11.
- 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.— Там же, 1948, № 2.
- З а л е с с к и й Б. М. и П е т р о в В. П. Арктическое месторождение туфовых лав.— Труды Петрогр. ин-та АН СССР, вып. 1, 1931, Л.
- Л е б е д е в П. И. Туфовые лавы Алагеза «Каменные стройматериалы». Сб. 3, № 67, 1928.
- Л е б е д е в П. И. Вулкан Алагез и его лавы.— Труды по изуч. производств. сил. Сб. «Алагез — потухший вулкан Арм. нагорья». Изд-во АН СССР, 1930.
- Л е б е д е в П. И. К вопросу о природе туфовых лав вулкана Алагеза.— Изв. АН СССР, серия геол., 1947, № 6.
- Л е в и н с о н - Л е с с и н г. Ф. Ю. Армянское вулканическое нагорье.— Природа, 1928, № 5.
- М е с р о п я н А. И. О генезисе четвертичных туфов Армении.— Изв. АН Арм. ССР, 1951, IV, № 14.
- М а л е е в В. Ф. О туфолавах и игнимбритах в связи с выходом сборника «Туфолавы».— Изв. АН СССР, серия геол., 1959, № 2.
- М к р т ч а н К. А. Некоторые замечания о генезисе туфов арктического типа.— Там же, 1956, № 5.
- Л а ф ф е н г о л ь ц К. Н. К вопросу о возрасте и генезисе туфолав Армении.— Зап. Всерос. минерал. об-ва, ч. XVII, № 3, 1938.
- П е т р о в В. П. Игнимбриты и туфовые лавы Армении. Еще о природе Артик-туфа.— Труды Лаб. вулканол. АН СССР, вып. 14, 1957.
- Р ы б а л о в Б. Л. О происхождении некоторых туфолав юго-западных отрогов Северного Тянь-Шаня.— Там же.
- С о л о в ь е в С. П. Главные черты комплекса молодых кислых эффузивов и игнимбритов южного Сихотэ-Алиня и его петрохимические особенности.— Зап. Всесоюз. минерал. об-ва, 2-я серия, ч. 79, вып. 3, 1950.
- Ф а в о р с к а я М. А. Третичные туфолавы Южного Приморья.— Изв. АН СССР, серия геол., 1949, № 6.
- Ф а в о р с к а я М. А. К вопросу о механизме образования некоторых туфолав.— Труды Лаб. вулканол. АН СССР, вып. 14, 1957.
- Ш и р и н я н К. Г. Стратиграфическое расчленение четвертичной туфо-туфолаваовой толщи г. Арагац.— Сб. «Вопросы геологии и гидрогеологии Арм. ССР». Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1956.
- Ш и р и н я н К. Г. Новые данные о центрах извержений туфов и туфолав Армении.— Докл. АН Арм. ССР, 1957, т. XXIV, № 2.
- Ш и р и н я н К. Г. К вопросу о генезисе и строении туфо-туфолаваовой толщи Армении.— Изв. АН Арм. ССР, серия геол.-геогр. наук, 1958, т. XI, № 1.

- Ш и р и н я н К. Г. Вулканические туфы и туфолавы Армении.— Сб. «Проблемы вулканизма». Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1959.
- Ш и р и н я н К. Г., А с л а н я н А. Т. Совершенная столбчатая отдельность в покровах вулканических туфов Армении в связи с их происхождением. Изд. Ерев. Ун-та, № 13, 1956.
- Marshall P. Acid rocks of the Taupo-Protoria District.— Trans. and Proc. of the Roy. Soc. of New Zealand, v. 64, pt. 3, 1935.
- F o u n e r C. N. The Origin and mode of emplacement of the great tuff deposit of the Valley of Ten Thousand Smokes. Nat. Geogr. Soc. Amer. Contrib. Techn. Papers, Katmei series, N 1, 1923.
- F e n n e r C. N. Tuffs and other volcanic deposits of Katniai and Jellowstone Park. — Trans. Amer. Geophys. Union 18-th Annual Meeting, 1937.