

Г. М. АВЧЯН, Н. З. ТЕР-ДАВТЯН

ВОЗМОЖНОСТЬ КЛАССИФИКАЦИИ ИГНИМБРИТОВЫХ ПОТОКОВ ПО ПОРИСТОСТИ И УСЛОВИЯ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

На основе различий в характере изменения пористости по мощности игнимбритовых потоков дается их классификация; делается попытка восстановить историю остывания потоков, сформировавшихся в различных условиях.

I

В процессе изучения петрофизических параметров игнимбритов Армянской ССР были выявлены некоторые закономерности в изменении пористости этих пород по мощности потоков, характеристике и интерпретации которых посвящается настоящая статья¹.

Изученные игнимбриты представлены наиболее распространенными петрографическими типами [5]—еревано-ленинканским, пламенным и арктиским (артик-туф). Состоят они из кристаллов и обломков минералов, фьямме (стекловатые, пемзовые, шлаковые), ксенолитов и матрицы.

В игнимбритах еревано-ленинканского типа составные компоненты в общем более мелкие по сравнению с пламенными при полной идентичности пеплово-пылевой матрицы. В отличие от них матрица игнимбритов арктического типа лавовидная, местами полосчатая, нередко пузыристая. Перерождение пеплово-пылевой матрицы в лавовидную и ее вскипание происходило уже после остановки потока [1]. Впоследствии произошла раскристаллизация пемзовых фьямме и нередко основной массы.

Состав игнимбритов колеблется в пределах андезит-дацит [6]. Незначительные колебания химизма, часто наблюдающиеся по мощности потоков, не оказывают влияния на их плотность (пористость).

Игнимбритовые потоки визуально представляют собой монолитные тела, в которых минералы, фьямме и ксенолиты распределены не закономерно, хаотично. Колебания содержаний их, как видно из рис. 1, 2, 3, слабо коррелируются с пористостью игнимбритов.

Нижняя часть потоков игнимбритов еревано-ленинканского и пламенного типа, как правило, рыхлая, постепенно переходит в более плотную—среднюю. Верхняя, почти всегда окисленная часть потоков,

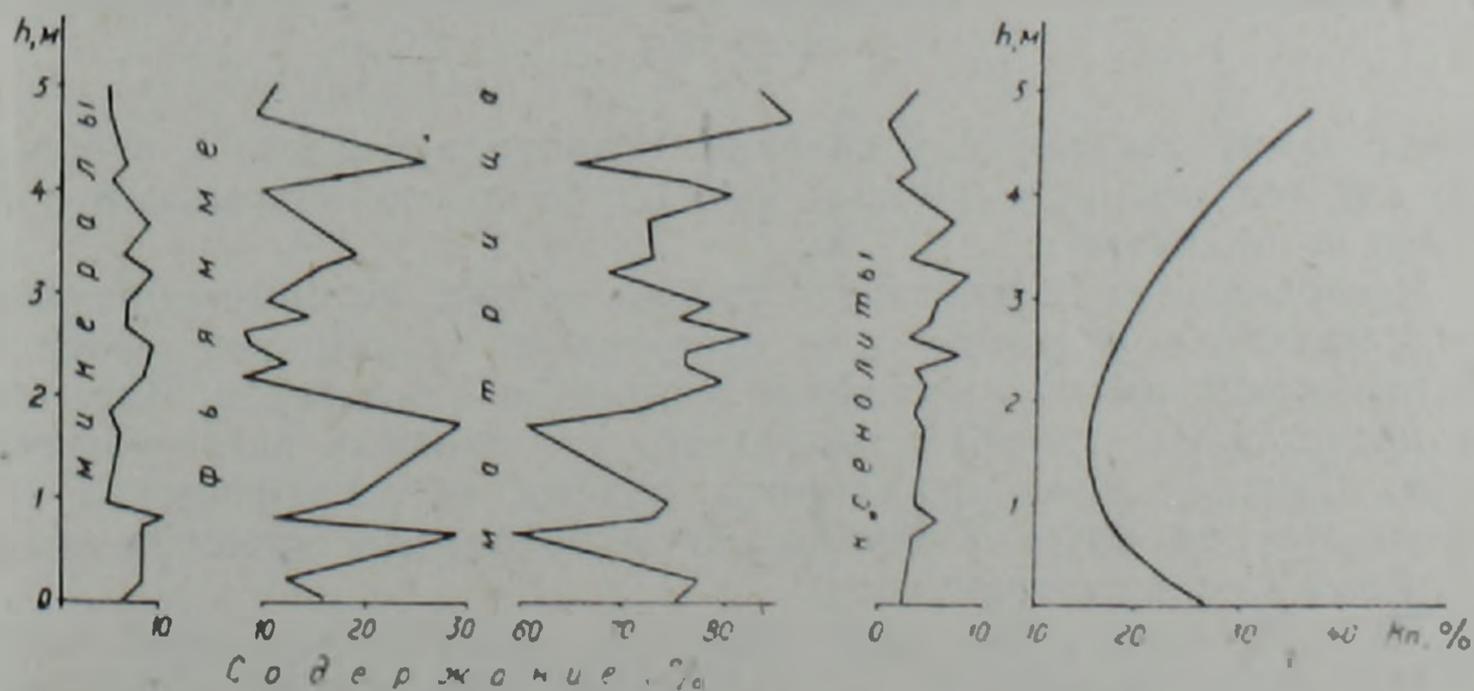


Рис. 1. Кривая пористости и содержание составных компонент в игнимбритах еревано-ленинканского типа.

¹ Поскольку другие параметры в той или иной степени являются производными от пористости, они здесь не рассматриваются.

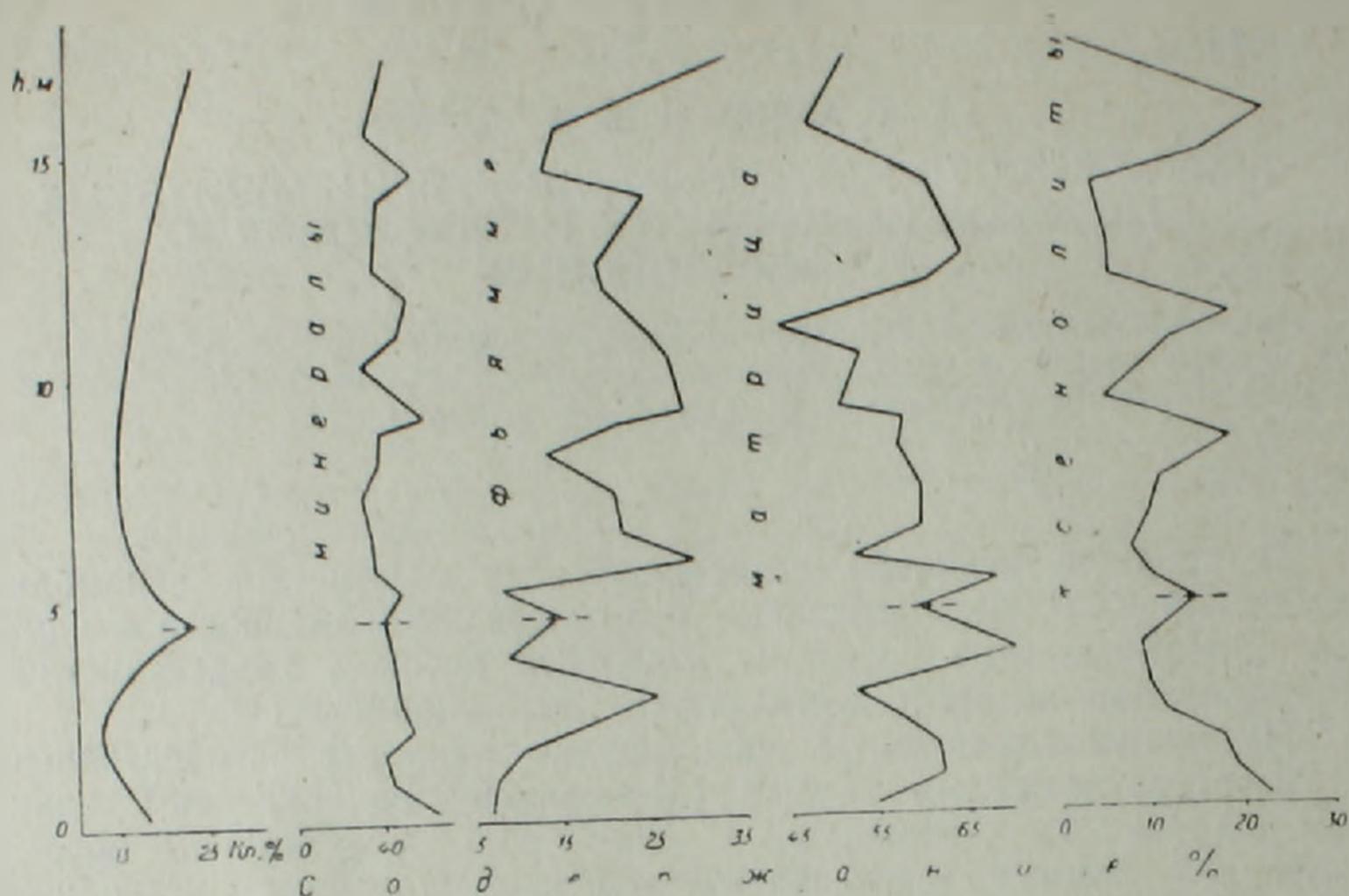


Рис. 2. Кривая пористости и содержание составных компонент в игнимбритах пламенного типа.

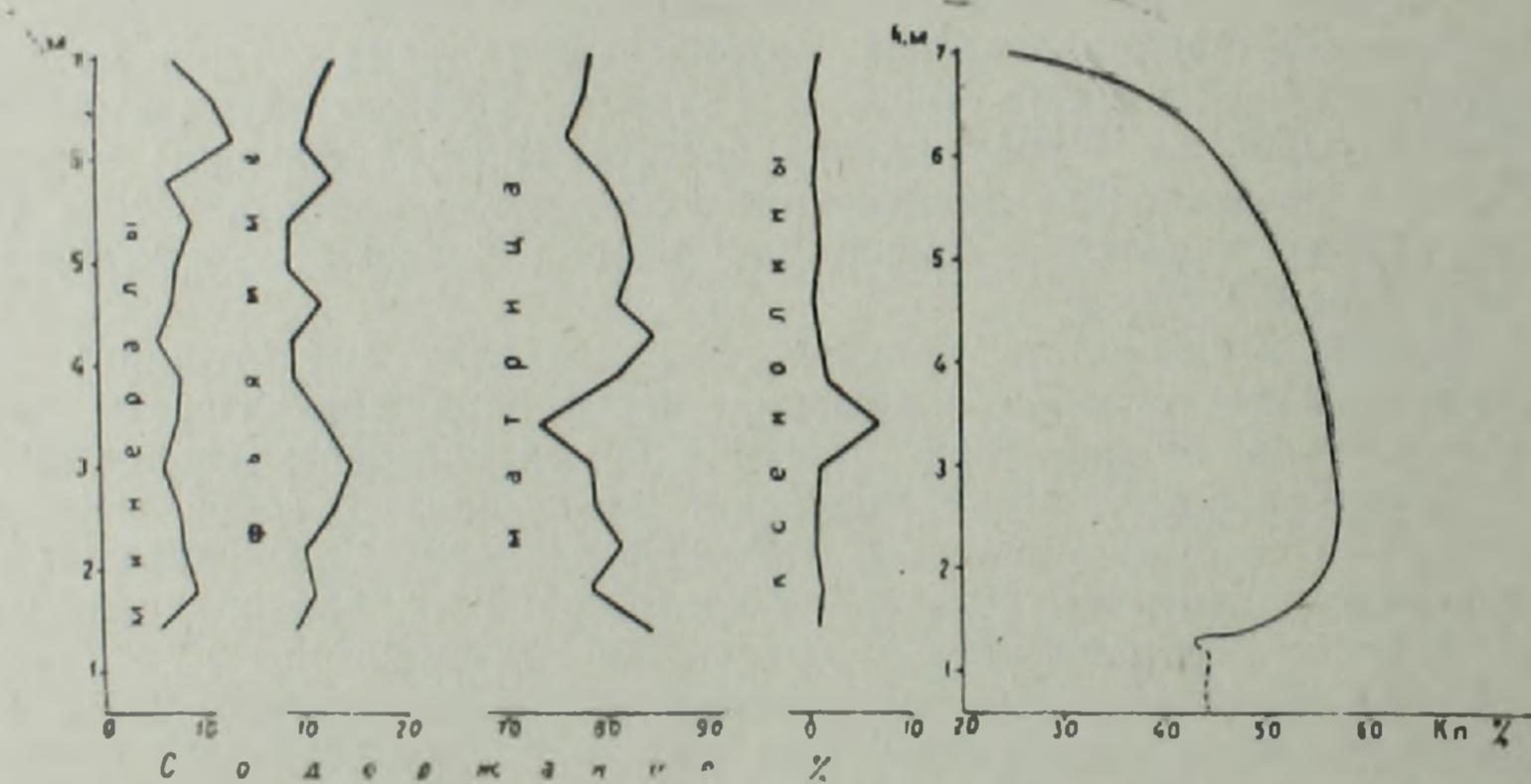


Рис. 3. Кривая пористости и содержание составных компонент в игнимбритах арктического типа.

обычно также рыхлая, как правило, сохранилась плохо и в большинстве случаев размыта. Потоки арктик-туфа такой визуальной зональностью не обладают.

Исследованию подвергались только потоки, которые образовались в «нормальных» условиях, т. е. извергались на холодное ложе и после отложения имели длительный контакт с атмосферой. Каждый поток представлен игнимбритами одного из основных петрографических типов. Случай, когда игнимбриты разных петрографических типов, следуя друг за другом, образовали своеобразные остывшие единицы [1], здесь не рассматриваются.

Изучено всего около 300 образцов, значительная часть которых любезно предоставлена Г. М. Солодовниковым, которому авторы выражают глубочайшую признательность. Пробы были отобраны из 13 разрезов, представляющих потоки разной мощности (от 3 до 18—20 м), через каждые 20—30 см. Измерение общей пористости произведено способом гидростатического взвешивания на весах марки ВЛКТ—500Г—М.

Анализ характера изменения пористости по мощности потоков позволил выделить несколько типов кривых—простых (А, Б, В) и сложных или композитных (Г, Д),— описание которых приводится ниже.

Тип А. Форма кривой отражает «нормальное» распределение пористости: в средней части потока она меньше, чем в нижней и верхней (рис. 4—I, II, III, V, VI; рис. 5—I, III).

Толщина средней и нижней зон определялась по величине и по характеру изменения градиента кривой $K_n = f(H)$. Эта величина непостоянна и колеблется в зависимости от мощности потока—за редким исключением (табл. I, разв. с Аралых), она тем больше, чем мощнее поток в целом (табл. I, Мармашен, Агнагюх, Кармрашен, Талыш, Маисян).

Пористость средней зоны в потоках мощностью 4—6 м меньше пористости верхней и нижней зон на $8 \div 30\%$, а в более мощных—на $10 \div 15\%$.

Отличительные черты типа А: а) средняя низкопористая зона несколько сдвинута к нижней трети потока; б) пористость верхней и нижней зон примерно одинакова.

Зональность типа А характерна для илгнимбригов двух типов—еревано-ленинаканского и пламенного.

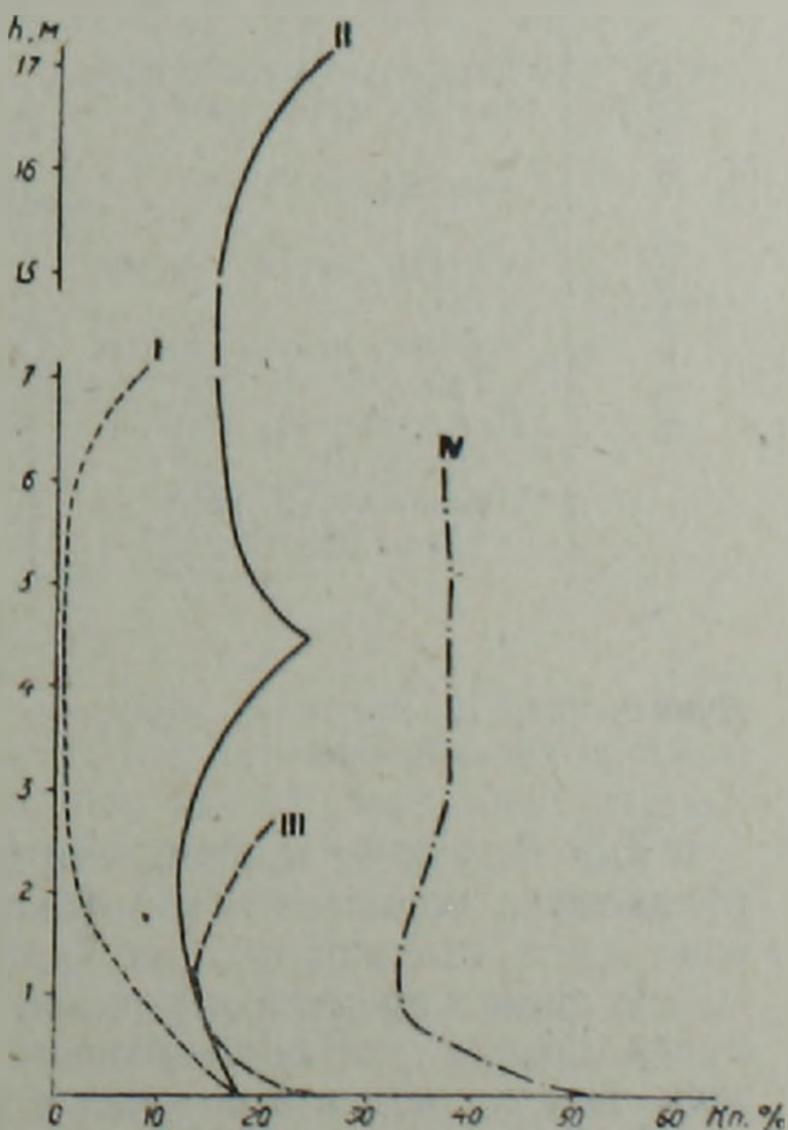
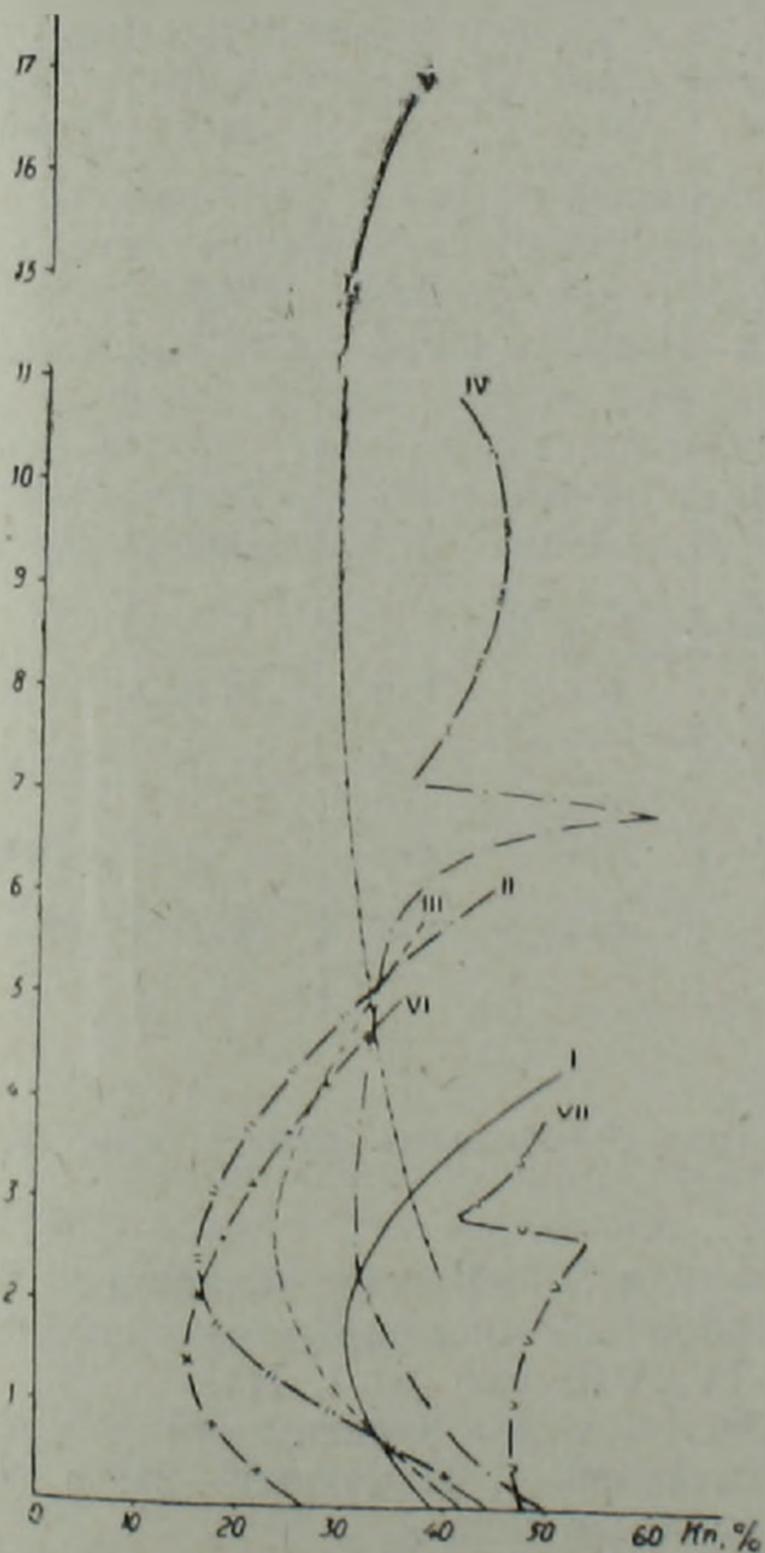


Рис. 4. Кривые пористости для илгнимбригов еревано-ленинаканского типа. I—Арцмус; II—Джрреж; III—Вохчаберд; IV—Маисян; V—Мармашен; VI—ст. Кармрашен (Октемберянский район); VII—Спитак.

Рис. 5. Кривые пористости для илгнимбригов пламенного типа. I—Агнагюх; II—Талыш; III—разв. с Аралых; IV—Агарак.

Тип Б. Асимметричная конфигурация кривой этого типа отличает ее от предыдущей, но она также отражает, в общем, «нормальное» распределение пористости (рис. 5—IV; рис. 6—III).

Толщина средней зоны в потоках этого типа примерно одинаковая, а нижней (при равной общей мощности) — в игнимбритах пламенного типа (табл. 1—Агарак) примерно в два раза меньше, чем арктического (табл. 1—Арктик).

Пористость средней зоны меньше нижней приблизительно на 20%, а верхней — на 10—12%.

Отличительные черты типа Б: а) средняя низкопористая зона значительно сдвинута к нижней трети потока; б) пористость верхней зоны меньше пористости нижней; в) в верхней зоне пористость практически не меняется, оставаясь примерно одинаковой по всей ее толщине.

Зональность типа Б обладают игнимбриды пламенного и арктического типа.

Таблица 1
Мощности зон различной пористости в игнимбритовых потоках

Местонахождение разрезов и тип потоков		H(м)	H ₁ (м)	H ₂ (м)	H ₁ /H, %	H ₂ /H, %
Моногенные потоки	Тип А					
	Мармашен	17,0	5,0	10,0	29,4	58,8
	Апнагюх	7,0	1,0	4,5	14,3	64,3
	Кармрашен	5,0	0,8	1,5	16,0	30,0
	разв. с. Аралых	3,0	0,7	1,5	23,3	50,0
	Тип Б					
Агарак	6,0	0,6	1,5	10,0	25,0	
Арктик	5,5	1,2	1,5	21,8	27,3	
Полигенные потоки	Тип Г(А+А)					
	Талыш, нижн. поток	4,5	1,0	2,0	22,2	44,4
	Талыш, верх. поток	12,5	1,5	9,0	12,0	72,0
	Тип Д(А+В)					
	Маисян, верх. поток (В)	4,0	0,8	2,0	20,0	50,0
	Маисян, нижн. поток (А)	7,0	1,5	4,0	21,4	57,1
	Пемзашен—1, верх. поток (В)	4,0	0,3	2,8	7,5	70,0
	Пемзашен—2, верх. поток (В)	5,5	0,7	3,5	12,7	63,6

Примечание: H—мощность моногенного потока; H₁—мощность нижней зоны; H₂—мощность средней зоны.

Тип В. Форма кривой, так же как А и Б, отражает зональное распределение пористости в потоке, но обратное «нормальному»: средняя зона здесь высокопористая (рис. 4—IV, VII; рис. 6—I, II).

Толщина средней и нижней зон колеблется в зависимости от мощности потока (табл. 1—Маисян, Пемзашен—1, Пемзашен—2), в общем так же, как и в потоках с зональностью типа А.

Зональность типа В наблюдается в игнимбритах ереванско-ленинканского и арктического типов.

Пористость игнимбритов арктического типа в средней зоне больше пористости верхней и нижней зон на 30—35% (рис. 6), а ереванско-ленинканского — на 5—13% (рис. 4).

Отличительные черты типа В: а) средняя зона высокопористая; б) средняя зона несколько сдвинута к нижней трети потока; в) пористость верхней и нижней зон примерно одинаковая.

Кроме описанных трех простых типов кривых выделяются также сложные, композитные кривые, представленные комбинациями простых типов.

Тип Г. Кривая состоит из комбинации двух кривых типа А (рис. 5—II).

Толщина зон, как и в предыдущих случаях, в общем, зависит от мощности потока (табл. 1—Талыш).

Разница в пористости зон нижней кривой—до 15%, а верхней—10%.

Эта закономерность изменения пористости наблюдается в игнимбритах пламенного типа.

Тип Д. Кривая состоит из комбинации кривых типа А (нижняя) и типа В (верхняя). Эта закономерность наблюдается в игнимбритах еревано-ленинканского и арктического типа (рис. 4—IV, VII; рис. 6—1, II).

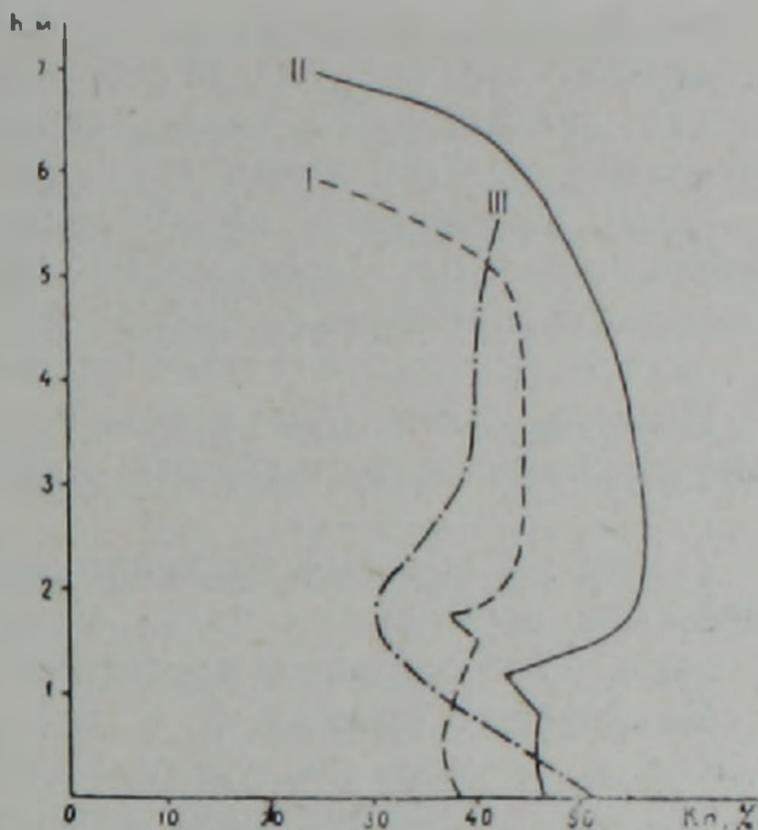
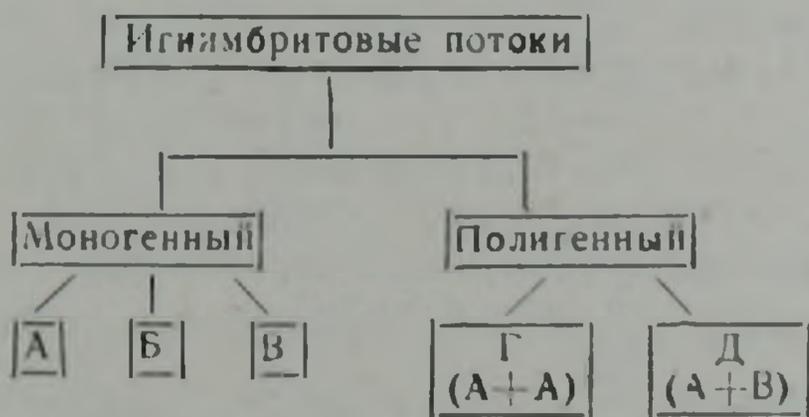


Рис. 6. Кривые пористости для игнимбри- тов арктического типа. I—Пемзашен—1, II— Пемзашен—2, III—Артик.

Кривая типа В уже описана, что касается кривых типа А, то здесь колебания пористости игнимбри- тов еревано-ленинканского типа достигают 28%, в то время как в арктической туже они незначительны (в пределах 5%), а зональное строение в последних выражено едва заметно.

Толщина зон, в общем, находится в прямой зависимости от мощности потока (табл. 1—Мансян (нижний поток); рис. 6—I, II).

Изложенное позволило произвести классификацию потоков, которая представлена следующей схемой.



III

Сравнение отличительных черт описанных кривых выявляет следующую общую закономерность: все потоки имеют зональное строение, обусловленное чередованием зон различной пористости, толщина которых, в общем, находится в прямой зависимости от мощности потока.

Различие в пористости зон объясняется двумя процессами, относительная роль которых может заметно варьировать: спеканием и кристаллизацией [2, 3]. Наши данные говорят о том, что пористость игнимбри- тов Армянской ССР обусловлена процессом спекания, его интенсивностью—чем интенсивнее спекание, тем меньше пористость и наоборот. Наиболее опекшиеся игнимбри- ты, как правило, отличаются и видимой высокой плотностью, выраженной в максимальной деформации, вытянутости пепловых частиц, а также в сильной уплощенности фьямме.

Степень спекания, а, следовательно, и толщина зон разного спекания зависят главным образом от мощности потока, которая, в общем, обуславливает скорость его охлаждения.

Чередование зон с разной степенью спекания (или с различной пористостью) вполне закономерно и вне всякого сомнения отражает условия образования игнимбритовых потоков. Обычно в литературе описывается только один тип потоков [2, 3, 4 и др], в которых зоны расположены в следующей последовательности сверху вниз: 1) зона слабого спекания, 2) зона наиболее полного спекания (несколько сдвинута к нижней трети потока) и 3) зона, где спекание отсутствует. Такая зональность объясняется тем, что в средней части потоков сохраняется тепло, достаточное для хорошего плотного спекания частиц; внизу и наверху, быстро охлаждаясь, игнимбритовая масса не успевает спекаться, остается рыхлой, полуспекшейся.

Именно такое, уже ставшее «классическим», зональное строение присуще изученным потокам, которые характеризуются кривой типа А.

Таким же образом формировались потоки типа Б, с той лишь разницей, что верхняя их часть охлаждалась интенсивнее нижней, что, вероятно, обусловлено атмосферными факторами.

Фактически кривые А и Б отображают завершенный процесс — процесс остывания пеплового потока, образовавшегося в результате извержения одной «порции» игнимбритослагающей массы. Не исключено также, что это результат извержения нескольких небольших, быстро следующих друг за другом «порций», имеющих неразрывную, единую историю остывания. Такая детальная реконструкция извержения практически пока невозможна. Вероятно, целесообразно потоки с подобной историей формирования, с некоторой долей условности, называть *моногенными*.

Основываясь на представлении о том, что кривая типа А характеризует моногенный поток, можно уверенно сказать, что кривая типа Г является отображением двух моногенных потоков, каждый из которых отлагался по уже описанной схеме. Перерыв между извержениями этих потоков был таким, что верхний поток извергался на еще не совсем остывший нижний, и впоследствии оба потока имели единую историю остывания. Об этом свидетельствует тот факт, что граница между моногенными потоками ни петрографически, ни геологически не фиксируется. Между тем характер изменения пористости говорит о наличии такой границы, перерыва в извержении (рис. 5—II).

Указанное обстоятельство дает основание этот тип потоков (и другие потоки, характеризующиеся композитными кривыми (рис. 4—IV, VII; рис. 6—I, II)), в противоположность моногенным, называть *полигенными*.

К числу полигенных следует отнести, кроме уже описанного (рис. 5—II), и потоки, характеризующиеся кривой типа Д. Здесь нижние потоки, судя по кривой А (рис. 4—IV, VII; рис. 5—I, II), формировались в «нормальных» условиях. В иных условиях образовались верхние потоки, в которых наблюдается зональность, обратная «классической». Причем такой зональностью обладают как игнимбриты ереванско-ленинканского, так и арктического типа.

Микроскопическое исследование показало, что в игнимбритах ереванско-ленинканского типа слабое спекание в средней зоне обусловлено относительной крупностью пепловых частиц и, в общем, гораздо большим содержанием пыли по сравнению с верхней и нижней зонами. Кроме того, в спитакском разрезе (рис. 4—VII) в средней зоне несколько больше пемзовых фьямме.

Значительно труднее судить о потоках игнимбритов арктического типа вообще (а о потоках с обратной зональностью в частности), первичная структура которых нарушена, как уже было сказано, переждением матрицы; правда, несмотря на это удалось установить од-

ну важную особенность этих игнимбритов—пористость их главным образом обусловлена пузыристостью матрицы и только частично—фьямме.

Тем не менее в отдельных случаях, несмотря на маскирующее первичную структуру перерождение матрицы, удается восстановить характер отложения игнимбритов арктического типа. Так, нижний поток, судя по «классической» кривой типа А, образовался в нормальных условиях по уже описанной схеме; небольшая разница в пористости соседних зон вызвана перерождением матрицы (рис. 6—I, II).

Гораздо более сложно объяснить обратную зональность в верхнем потоке. Высокая пористость (пузыристость матрицы) в средней части потока говорит о том, что по неясным пока причинам естественный ход дегазации был нарушен, и пузырьки газа задерживались в средней части потока.

В заключение нужно подчеркнуть следующее. Рассмотренные игнимбритовые потоки вследствие традиционных геолого-петрографических исследований воспринимаются как результат единого непрерывного извержения, причем формируются эти потоки в аналогичных условиях. Как показало изучение пористости, картина много сложнее. Оказалось, что образование таких потоков происходило не только уже указанным способом, но и вследствие прерывистого, пульсационного извержения (полигенные потоки) и причем в самых разнообразных условиях. Это обстоятельство говорит о возможностях петрофизики в разрешении целого ряда вопросов в сложной проблеме извержения и отложения пепловых потоков.

Ереванский государственный
университет,
Институт геологических
наук АН АрмССР

Поступила 2.IV. 1987.

Հ. Մ. ԱՎԶՅԱՆ, Ն. Զ. ՏԵՐ-ԴԱՎԹՅԱՆ

ԻԳՆԻՄԲՐԻՏԱՅԻՆ ՀՈՍՔԵՐԻ ԴԱՍԱԿԱՐԳՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆ ԸՍՏ ՄԱԿՈՏԿԵՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոսքերի ըստ հզորության ծակոտկենության փոփոխության բնույթի վերլուծության ընթացքում առանձնացվել են մի քանի տիպի կորեր՝ պարզ (Ա, Բ, Վ) և բարդ կամ բազադրյալ (Կ, Դ): Տարբեր տիպի կորերի համար բնորոշ է ծակոտկենության զոնալ փոփոխությունը՝ բնականոն, երբ հոսքի միջին մասում ծակոտկենությունն ավելի փոքր է, քան նրա ստորին և վերին մասերում (Ա, Բ) և հակադարձ, երբ ծակոտկենությունը հոսքի միջին մասում ավելի մեծ է (Վ):

Բազադրյալ կորերն իրենցից ներկայացնում են պարզերի զուգորդություններ:

Ի հայտ բերված ծակոտկենության փոփոխության օրինաչափությունների հիման վրա առաջարկվում է իգնիմբրիտային հոսքերի դասակարգման մի սխեմա:

Իգնիմբրիտային հոսքերի համար ընդհանուր հատկանիշ է հանդիսանում նրանց զոնալ կառուցվածքը, որը պայմանավորված է տարբեր ծակոտկենություն ունեցող զոնաների հերթափոխմամբ, որոնց հզորություններն, ընդհանուր առմամբ, կախված են հոսքի հզորությունից:

Մեր հետազոտությունների շնորհիվ պարզվել է, որ Հայկական ՍՍՀ բնատարածքում զարգացած իգնիմբրիտների ծակոտկենությունը պայմանավորված է ապարը կազմող մասնիկների եռակցման աստիճանով՝ վերջինիս մեծացմամբ փոքրանում է ծակոտկենությունը և ընդհակառակը: Եռակցման տարբեր աստիճան (կամ տարբեր ծակոտկենություն) ունեցող շերտերի հերթափոխումը միանգամայն օրինաչափ է և արտացոլում է իգնիմբրիտային հոսքերի առաջացման պայմանները:

«Դասական» դոնալ կառուցվածքը, որը հայտնի է նաև գրականության տվյալներից, բնութագրվում է և՛ տիպի կորով: Նման գոնալականությունը բացատրվում է նրանով, որ հոսքերի միջին մասերում ջերմությունը լավ է պահպանվում և այն բավականացնում է հոսքի մասնիկների իրիտ եռակցման համար: Հոսքի ստորին և վերին մասերում ջերմությունն արագորեն հեռանում է և իգնիմբրիտային զանգվածը փուխը է մնում: շեռակցված: Մոխրային հոսքի նման սառեցման երևույթը բնորոշ է ժայթքման մեկ «բաժնի», այսինքն՝ միաժին հոսքի համար: Փաստորեն միաժին հոսքեր են նաև Բ և Վ տիպի կորերով բնորոշվողները, որոնք սակայն ունեն սառեցման մի փոքր այլ պայմաններ:

Գ և Դ տիպի կորերը հանդիսանում են երկու միաժին հոսքերի արտահայտությունը: Այդ երկու հոսքերի սահմանազատումը ոչ ապարագրական և ոչ էլ երկրաբանական մեթոդներով հնարավոր չէ կատարել: Սակայն ծակոտկենության բնույթի փոփոխությունը թույլ է տալիս որոշակիորեն խոսելու հոսքերի միջև սահմանի գոյության մասին, ժայթքման ընթացքում տեղի ունեցած ընդմիջումների մասին:

H. M. AVCHIN. N. Z. TER-DAVTIAN

THE POSSIBILITY OF IGNIMBRITE FLOWS CLASSIFICATION BY THE POROSITY AND THEIR FORMATION CONDITIONS

A b s t r a c t

On the basis of differences in the porosity changes character in various parts of ignimbrite flows their classification is brought. An attempt is made to reestablish the flows cooling down, which have been formed in different conditions.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карапетян К. И. О пирокластическом происхождении «туфолав» Армянской ССР. — Вулканизм и связанные с ним процессы. Тез. докл. IV Всес. вулкан. сов., вып. 1. Петропавловск-Камчатский. 1985, с. 89—90.
2. Макдоналд Г. Вулканы. М.: Мир, 1975, 430 с.
3. Росс К. С., Смит Р. Л. Туфы пеплового потока. — В кн: Проблемы палеовулканизма. — М.: Изд. ИЛ, 1963 с. 371—477.
4. Смит Р. Л. Потoki вулканического пепла. — В кн: Проблемы палеовулканизма. — М.: Изд. ИЛ, 1963, с. 307—370.
5. Ширинян К. Г. Игнимбриты и туфолавы (Принципы классификации и условия формирования на примере Армении). — Гр. лабор. вулканологии. — М.: Изд. АН СССР, 1961 с. 47—58.
6. Ширинян К. Г. Вулканические туфы и туфолавы Армении. Ереван.: Изд. АН АрмССР, 1961, 160 с.