

УДК 551. 217. 4

К. И. КАРАПЕТЯН

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ОТЛОЖЕНИЯ ТУФОВ  
ЕРЕВАНО-ЛЕНИНАКАНСКОГО ТИПА

## I

Четвертичные туфы и туфолавы Армянской ССР давно стали одним из главных объектов исследования и в настоящее время считаются изученными достаточно хорошо. Геология, состав и происхождение этих образований рассматриваются в публикациях Г. Абиха [1, 2], П. И. Лебедева [19—21], Б. В. Залесского и В. П. Петрова [16, 26], К. Н. Паффенгольца [24, 25], А. Н. Заварицкого [11—15], А. А. Адамян [3-6], А. И. Месропяна [22], Д. С. Белянкина [10], А. Т. Асланяна [8, 9], К. А. Мкртчяна [23], П. Х. Канканяна [17], В. М. Амаряна [7] и др., в серии статей и монографии К. Г. Шириняна [28-35].

В то же время, надо отметить, что большинство работ носит общий характер и затрагивает слишком большой круг вопросов, и создавшееся положение (в смысле изученности) вряд ли можно назвать благополучным. Образование туфов и туфолав—явление далеко не ординарное, во многом загадочное, неясное и остается еще большой проблемой, и здесь необходимо самое тщательное изучение даже частных, на первый взгляд незначительных, вопросов, как и необходима большая фактическая информация, которой, как это ни странно, в отношении туфов и туфолав Армянской ССР еще очень немного.

С этой точки зрения настоящее сообщение должно представить интерес. Основано оно на исследовании туфов еревано-ленинаканского типа в левобережье бассейна нижнего течения р. Раздан к северу и востоку от гор. Еревана и, особенно, на подробном петрографическом изучении вертикального разреза туфовой залежи в старом Джрвежском карьере. Изучение разреза проведено по образцам коллекции геофизика Г. М. Солодовникова, любезно предоставившего штучной материал автору статьи; представлена она 20 образцами (363—382), отобранными почти по полной мощности залежи с интервалом в 10 см. В табл. I и на фиг. I порядковая нумерация образцов возрастает сверху вниз по толщине туфовой залежи.

## II

В районе исследования туфы, представленные только еревано-ленинаканской разновидностью, образуют небольшие изолированные залежи площадью не более нескольких квадратных километров и мощностью от 0,8 до 6,5—7,0 м. Обыкновенно туфы выполняют пониженные участки рельефа, выраженные здесь, главным образом, пологими и неглубокими депрессиями. Поверхность туфов остается ровной и близ-

Таблица 1

Состав туфов в старом Джрвежском карьере (объемные %)

№ обр.	Минералы					Фьямме				основная масса	ксенолиты
	Фенокристаллы				рудный мине- рал	пемзовые	стекловатые	струйчато- волокнистые	сумма		
	плагиоклаз	клинопип- роксен	гиперстен	сумма							
363	9,2	0,7	0,4	10,3	0,3	18,6	1,7	2,1	22,4	63,9	3,1
364	7,4	0,5	0,3	8,2	0,6	9,8	1,9	0,8	12,5	77,2	1,5
365	9,2	0,6	0,3	10,1	0,4	14,1	2,5	0,7	17,3	70,4	1,8
366	6,9	0,5	0,3	7,7	0,3	8,7	2,5	—	11,2	79,1	1,7
367	7,1	0,6	0,4	8,1	0,5	12,8	1,3	0,3	14,4	75,3	1,7
368	5,7	0,4	0,3	6,4	0,3	17,1	5,1	0,4	22,6	67,9	2,8
369	8,2	1,7	0,4	10,3	0,6	10,3	3,0	—	13,3	74,3	1,5
370	9,0	0,7	0,3	10,0	0,4	10,3	2,1	—	12,4	76,4	0,8
371	7,9	1,0	0,6	9,5	0,6	13,3	1,5	—	14,8	72,7	2,4
372	12,3	0,8	0,6	13,7	0,5	9,7	1,8	—	11,5	81,6	2,7
373	10,9	1,1	0,6	12,6	0,4	12,6	1,9	—	14,5	68,6	3,9
374	10,4	0,5	0,3	11,2	0,3	21,6	0,7	—	22,3	64,2	2,0
375	14,2	1,2	0,4	15,8	0,7	10,2	2,3	—	12,5	68,6	2,4
376	10,2	0,9	0,4	11,5	0,4	16,9	2,1	—	19,0	67,3	1,8
377	12,8	0,8	0,6	14,2	0,7	16,2	1,6	—	17,8	62,4	4,9
378	11,4	0,7	0,8	12,9	0,4	20,7	1,4	—	22,1	59,1	5,5
379	11,3	1,8	0,7	13,8	0,6	13,0	1,9	—	14,9	69,1	1,6
380	12,2	0,9	0,4	13,5	0,6	14,1	2,1	—	16,2	67,8	1,9
381	8,1	0,6	0,3	9,0	0,3	21,8	1,5	2,2	25,5	64,2	1,0
382	7,8	0,9	0,3	9,0	0,4	10,5	3,2	1,8	15,5	72,6	2,5
пределные значения	5,7—14,2	0,4—1,8	0,3—0,8	6,4—15,8	0,3—0,7	8,7—21,8	0,7—5,1	до 2,2	11,2—25,5	59,1—81,6	0,8—5,5

горизонтальной, за исключением залежей, размещенных в полосе Гям-рез-Балаговитской системы четвертичных поднятий, где они дислоцированы. Во всех случаях туфы выражены единым телом, пластом, нигде не перекрывают друг друга и, вероятно, образовались в одну фазу извержения. Возраст туфов в районе обычно определяется как средне-четвертичный [9, 33 и др.].

В результате картирования удалось установить, что туфы никогда не составляли единого или нескольких покровов, а образовывали хорошо приспособленные к древнему рельефу потоки сложных, извилистых очертаний, с общим направлением движения с запада на восток. Уже в дальнейшем эти потоки были частично эродированы, расчленены на отдельные залежи.

Туфовые залежи, независимо от мощности, состоят из трех разноокрашенных горизонтов: нижняя часть их окрашена в черный, средняя (или переходная зона)—в буро-коричневые, а верхняя часть—в буро-красные и кирпично-красные цвета. В основании туфов, представленных плотной, спекшейся разностью, залегает рыхлый слой в несколько сантиметров мощностью, слагаемый из тех же составляющих, что и туфы. Иногда эти отложения бывают слоистыми.

По составу туфы отвечают дацитам и андезито-дацитам [22, 33] и принадлежат андезит-дацитово́й формации Транскавказской вулканической зоны [18]. Петрографически они довольно однообразны и представлены литокристаллокластической породой, сложенной стекловатой, пепловой массой, в которую погружены минералы, включения типа фьямме и ксенолиты. Относительно подробная характеристика петрографии туфов, имеющая непосредственное отношение к нашей теме, приводится, главным образом, по указанному выше разрезу Джрвежской залежи.

### III

*Минеральная фракция* туфов выражена фенокристаллами и обломками плагиоклаза (5,7—14,2%), клинопироксена (0,4—1,8%) и гиперстена (0,3—0,8%), а также рудным минералом (0,3—0,7%) (табл. 1). Помимо этого в породе встречаются иголки апатита, тридимит (?) и, очень редко, биотит, сфен и циркон.

Плагиоклаз образует таблитчатые и лейстовидные, нередко оплавленные и содержащие стекловатые включения, кристаллы длиной 0,1—3,0 мм. Для плагиоклаза характерны: зональное строение, колебание состава в границах 40—56% Ап и редкие включения апатита. Крупные лейстовидные выделения грубо ориентированы согласно основанию и поверхности туфового пласта. Клинопироксен представлен хорошо ограненными кристаллами длиной 0,1—2,2 мм, нередко образующими гломеропорфировые скопления; минерал свежий, часто содержит мелкие (до 50μ) вроски магнетита. Гиперстен образует кристаллы длиной 0,1—1,7 мм, плеохроичен, включает кристаллики (до 60μ) магнетита; около гиперстена отсутствует даже подобие опацитовой каймы.

Для плагиоклаза и пироксенов характерно:

1. Многие кристаллы (особенно плагиоклаза) обломаны. К таковым в большинстве случаев относятся кристаллы крупнее 0,3 мм; размер осколков обычно колеблется в пределах 0,05—0,1 мм.

2. Нет закономерности между размерностью минеральных выделений и положением их в разрезе залежи.

3. Объемное количество минералов фенокристаллов по толщине залежи колеблется в значительных границах (6,4—15,8%), причем относительно высокие содержания характерны для нижней половины (фиг. 1). Такая закономерность определяется плагиоклазом, что же касается пироксенов, то колебания их количеств (в 4,5 и 2,7 раза) совершенно не закономерны.

Рудный минерал по толщине туфового пласта распределен не закономерен. В подавляющем большинстве случаев это магнетит, образующий кристаллы размером до 0,7 мм. С уменьшением размеров кристаллов степень их оформления возрастает; наиболее крупные из них плохо образованы, иногда обломаны и часто ассоциируют с пироксенами. Мелкие кристаллики магнетита распределяются неравномерно и никогда не образуют типичной «рудной сыпи». Вверх по разрезу параллельно изменению окраски туфов, магнетит постепенно, замещается

гематитом и гидроокислами железа. Однако это окисление не определяет цвета породы. В черных туфах, кроме того, иногда встречаются скопления кристалликов пирита.

Фьямме выражены, в общем, лепешкообразными, линзовидными телами, часто в плане имеющими приблизительно оваловидные и эллипсоидальные очертания с размерным соотношением осей 1:2—1:4. Степень уплощенности фьямме изменяется в пределах 1:2—1:16; наиболее распространенным является отношение 1:6—1:8. Длина их колеблется в границах 0,2—15,0 мм. Фьямме всегда цельные, необломанные, имеют четкие разграничительные контуры и те же показатели преломления, что и частицы основной массы.

Текстурно фьямме можно подразделить на три основных типа.

Наиболее распространенными (8,7—21,8%) являются пемзовые фьямме. Для этих включений характерно высокопористое сложение: поры округлые, гладкие, сплюснутые согласно фьямме, с очень тонкими стенками-перегородками. Степень вытянутости пор, в общем, находится в прямой зависимости от степени уплощенности фьямме. В наиболее крупных и не очень плоских фьямме в приконтактной части поры сплюснуты сильнее, чем в ядре. Размер пор не зависит от величины фьямме. Длина пемзовых фьямме 0,4—15,0 мм.

Стекло пемзовых фьямме не раскристаллизовано; в отдельных образцах встречаются субфенокристаллы и даже мелкие ксенолиты. Фьямме этого типа в бурых и красных туфах окрашены менее ярко, чем основная масса. В то же время в одном и том же образце, и даже фьямме, цвет не всегда бывает выдержан; более толстые межпоровые перегородки окрашены гуще, ярче.

Гораздо меньшим развитием (0,7—5,1%) пользуются стекловатые фьямме—второй основной тип включений этого рода. Эти фьямме состоят из стекла, в котором только иногда различаются мельчайшие точечные опавые выделения, располагающиеся полосками. Многие фьямме содержат газовой-жидкие включения, а в единичных случаях— субфенокристаллы и ксенолиты.

Длина стекловатых фьямме 0,2—7,2 мм. Наиболее мелкие из них (обычно до 0,8 мм) бывают плотными, монолитными; в более крупных, кстати не всегда имеющих типичную форму фьямме, уже можно встретить округлые, сплюснутые, гладкие поры, иногда занимающие 15—20% объема. Окрашены стекловатые фьямме так же, как и частицы основной массы; только в переходной зоне монолитные разности окрашены несколько слабее.

Струйчато-волокнистые фьямме встречаются спорадически. В плане форма этих выделений наименее совершенная, длина 0,4—3,4 мм. Стекло здесь чистое, лишенное минеральных выделений; степень пористости значительно ниже, чем в пемзовых фьямме. Поры имеют сложные, прихотливые, но всегда вытянутые и ориентированные по удлинению фьямме, очертания, а порода—струйчато-волокнистый облик. Окраска фьямме такая же, как и частиц основной массы туфов.

Для включений типа фьямме характерно:

1. Почти все фьямме, независимо от их места в разрезе, сплющены более или менее согласно поверхности и ложу туфовой залежи.

2. Степень уплощения фьямме (1:2—1:16) по мощности закономерно не изменяется. Не меняется она даже в наиболее мощных (6,5—7,0 м) туфовых залежах района. Наконец, не зависит эта характеристика и от размера или текстурной разновидности фьямме.

3. Колебания в содержаниях фьямме (11,2—25,5%) по мощности заметны; в общем немного больше этих включений в нижней половине залежи. Это обусловлено распределением пемзовых включений; резкие колебания количеств стекловатых фьямме (в 7,3 раза) незакономерны (фиг. 1).

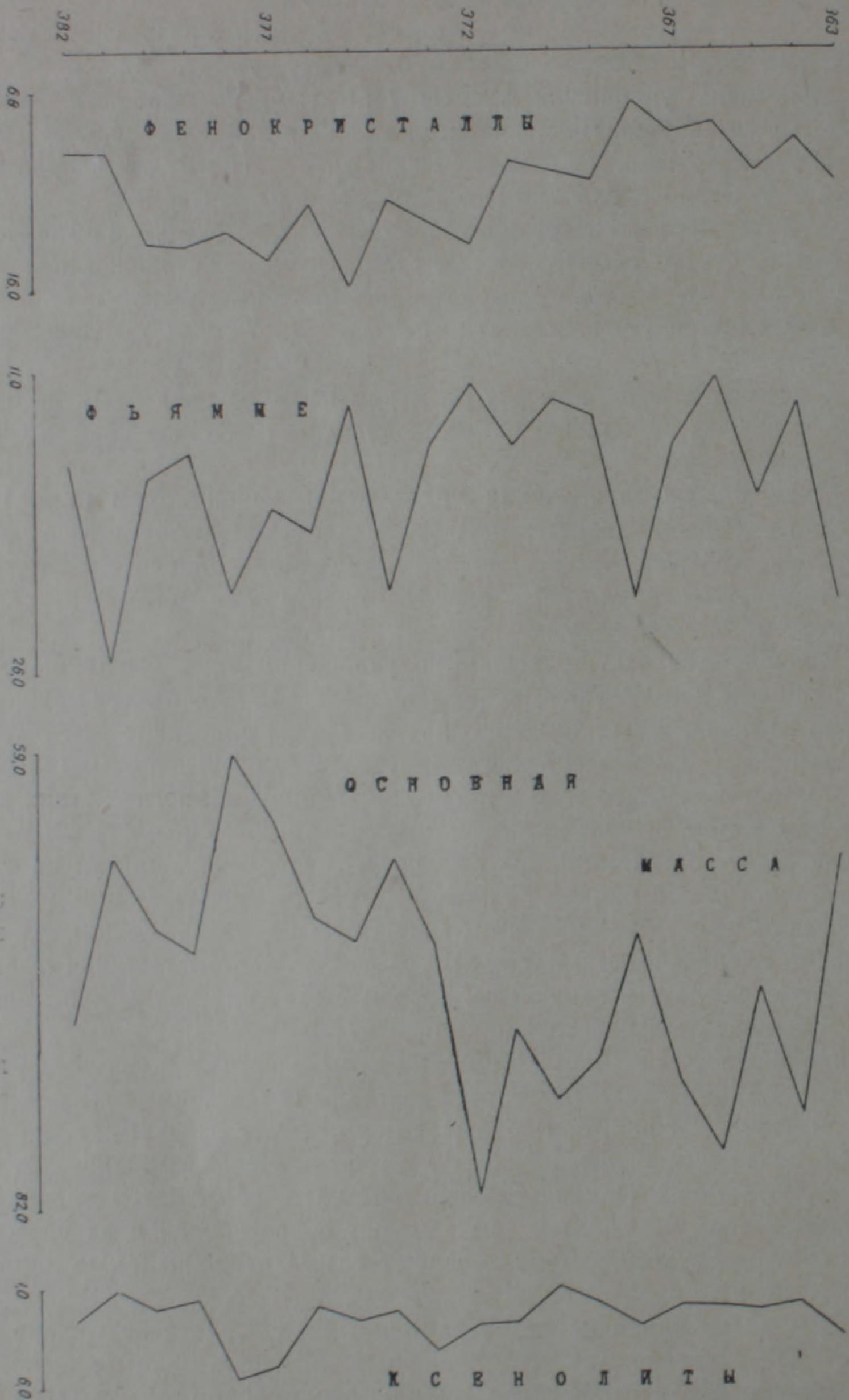
4. Нет зависимости между размером пемзовых фьямме и их положением в разрезе залежи. Мелких стекловатых включений в низах несколько больше.

*Основная, цементирующая масса*, занимающая объем от 59,1 до 81,6% в изученном разрезе, выражена стекловатыми частицами пеплового типа. Морфологическое многообразие частиц определяет сложный и своеобразный структурный рисунок, практически остающийся неизменным по всему разрезу.

Большинство частиц выражено уплощенными, с выклинивающимися краями пластинками, главная часть которых залегает приблизительно согласно напластованию залежи. Длина пластинок 0,02—0,5 мм, редко более; обычное соотношение сторон 1:2—1:3. Преобладающая часть пластинок слабо изогнута, волниста, причем многие из них присплсбливаются, огибают минералы, фьямме и ксенолиты. Иногда пластинки плотно прилегают друг к другу, спаиваются, образуя плотные куски полосчатого облика размером до 3,5—4,0 мм, напоминающие цельные обломки. Интересно, что такие куски изредка обтекаются единичными пластинчатыми частицами. Довольно часто пластинки бывают изогнуты, завернуты, закручены, причем в этих случаях обычны сложные сателлитовые отслоения.

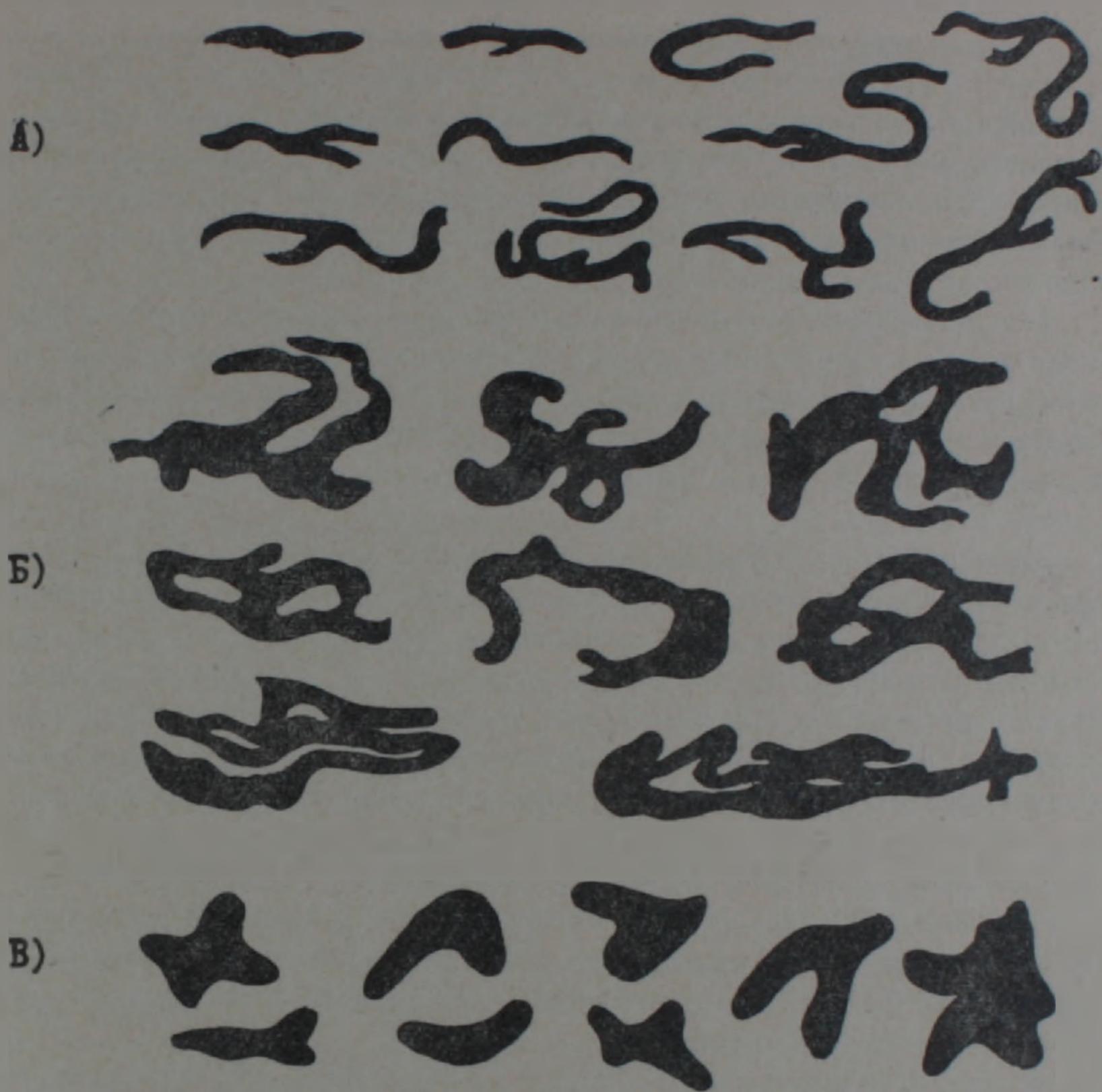
Морфологически к пластинкам примыкают частицы менее уплощенные, но опять таки имеющие пластичные очертания. Толщина частиц плохо выдержана, они содержат поры, имеют раздувы, самые разнообразные отростки, отслоения и т. п.; размеры их, примерно, те же, что и у пластинок. Плавность очертаний часто нарушается выбоинами газовых каверн. Частицы не выказывают ориентировки и их сложные формы в различных сечениях создают самые невообразимые очертания (фиг. 2).

Для обоих типов частиц характерно слабое развитие трещиноватости. Надо подчеркнуть, что единичные трещинки, иногда имеющие смещающий характер, распределены незакономерно; так, даже на самых крутых перегибах, петлях, они могут отсутствовать и, в то же время, рассекать совершенно неизогнутые пластинки. Многие частицы,



Фиг. 1. Вариации состава туфов по мощности залежи в старом Джрвежском карьере.

Диаграмма построена по данным таблицы 1, по вертикали отложены содержания в объемных %.



Фиг. 2. Характерные формы частиц основной массы туфов еревано-ленинского типа.

А) пластинчатые; Б) переходного типа и В) массивные частицы. Для первых двух типов показаны сечения, перпендикулярные уплощению.

зато, несут следы обламывания; обломаны, как правило, наиболее тонкие края частиц.

Значительным развитием пользуются и частицы массивные, имеющие рогульчатые, крестообразные, лапчатые и т. п., но всегда пластинчатые формы, и не превышающие в поперечнике 0,7 мм. «Лапы» этих частиц гладкие, необломанные, а трещинки совершенно отсутствуют. Только в частицах этого типа содержатся минеральные выделения, представленные тонкими магнетитовыми пластинками, расположенными перпендикулярно удлинению «лапы».

Особую группу составляют очень мелкие, оскольчатой формы, обломки частиц первых двух типов. Преобладающая часть осколков совершенно закономерно концентрируется в порах породы, в порах и петлях частиц; рассеяны они между крупными частицами, в контактах вкрапленников, фьямме и ксенолитов. Характерно, что с этими осколками ассоциируют обломки минералов вкрапленников.

Заканчивая характеристику частиц, необходимо добавить, что частицы, являющиеся оскольчатыми фрагментами межпоровых стенок, на которые указывают почти все исследователи, в туфах нашего района совершенно отсутствуют. Все сказанное о частицах основной массы не оставляет сомнения в том, что во время эксплозии и при перемещении они были пластичными, причем высокопластичными; бесспорно, образование трещинок и обламывание частиц происходило уже после их полного затвердевания.

Основная масса достаточно пориста; судить об изменении степени пористости по разрезу залежи, без специальных исследований, нет никакой возможности. Поры и каверны едва-едва вытянуты в согласии с поверхностью и основанием залежи. В пустотах встречаются осколки стекла, минералов, следы тридимита (?), а в верхах разреза и карбонатное вещество.

Цвет туфа определяется окраской частиц основной массы. В черных туфах они окрашены в коричневые цвета, в красных—в красновато-оранжевые. Неодинакова окраска в буро-коричневых туфах, где встречаются частицы коричневые, бурые, желтые, оранжевые, красные; выше по разрезу цвет их постепенно выравнивается. Цвет частиц и его изменение, видимо, связаны с нахождением в стекле тончайших выделений магнетита (?) и его окислением в верхних частях туфовой залежи.

Обязательным туфослагающим элементом являются *ксенолиты*. Как правило, они включены в основную массу и только в редких случаях—в фьямме. В изученном разрезе распределение ксенолитов по содержанию (0,8—5,5%), размерности (0,2—3,2 мм), составу и степени окатанности не закономерное.

Форма ксенолитов разнообразная; встречаются образцы всех типов—от оскольчатых до совершенно окатанных, однако наиболее частыми являются угловатые, едва сглаженные разновидности. Степень окатанности не зависит от размера ксенолита и его состава.

Наиболее распространенными (123 из 202 обр.) являются ксенолиты вулканических пород. Это в основном андезиты и андезито-базальты; единичны включения липаритов и липарито-дацитов (8 обр.), микродолеритов (3 обр.) и фельзитов (2 обр.). Ксенолиты осадочного происхождения представлены, главным образом, мергелистыми породами. Ксенолиты лишены видимых следов термального или иного воздействия вмещающей породы. Только в единичных случаях в красных туфах стекло ксенолитов во внешней тонкой кайме желтеет.

Большая часть указанных ксенолитов состоит из пород, которые развиты в районе исследования. Более крупные (до 3—4 см) ксенолиты, имеющие всегда угловатую форму и размещенные также не закономерно и спорадически, во всех случаях представлены только породами окрестностей; в джрвежских туфах это преимущественно долеритовые базальты.

## IV

Туфы еревано-ленинаканского типа, как справедливо отмечали А. Н. Заварицкий, К. Г. Ширинян и др., относятся к игнимбритовому типу образований. При всей сложности и разнообразии нерешенных вопросов проблемы игнимбритов, вероятно, можно считать установленным, что: а) отложение туфов игнимбритового типа происходит из пеплового потока, представляющего собой смесь пирокластики и газа, и б) пепловый поток движется с огромной скоростью и это движение носит турбулентный характер. Указанные выводы основаны не только на аналогии с историческими и современными извержениями некоторых вулканов, но и на геолого-петрографических исследованиях в различных районах Земли. Приведенные в статье документальные данные о распределении, строении, степени сортированности и т. п. туфослагающих элементов не противоречат, а, в общем, подтверждают эти выводы и приложение их к туфам еревано-ленинаканского типа не может вызвать сомнения. В то же время отдельные факты позволяют уточнить некоторые положения, касающиеся самого процесса отложения туфов.

В момент извержения и в ходе движения туфовой массы в твердом состоянии находились только минералы и ксенолиты; вся остальная, большая часть материала, а именно—стекловатые частицы и фьямме, была пластичной. Обламывание частиц, судя по их морфологии и морфологии осколков, расположению трещинок и, вообще, незначительному развитию этого процесса, происходило только тогда, когда частицы окончательно затвердели, но еще находились в среде, достаточно богатой газом. Скорее всего обламывание частиц и, отчасти, минералов имело место еще в движении, но уже перед окончательной остановкой массы. Обламывание не могло иметь места после отвердевания всего туфа; этому противоречит факт полной сохранности пемзовых и стекловатых фьямме. Кстати, этот факт говорит и о том, что фьямме оставались пластичными и после затвердевания частиц основной массы; причины такой устойчивости пока еще не ясны.

Особый интерес вызывает то обстоятельство, что степень уплощенности фьямме не зависит от его положения в вертикальном разрезе туфовой залежи. Этого уже достаточно, чтобы не согласиться с точкой зрения А. Н. Заварицкого [14, 15], который считает, что сплющивание фьямме в игнимбритах происходит под воздействием веса вышележащей пирокластической массы. В настоящее время не подлежит сомнению то, что фьямме перемещались не в уплощенном виде, а в виде пластичных комков, и что само сплющивание—процесс вторичный. Из сказанного следует, что в нашем случае сплющивание, уплощение фьямме могло произойти только благодаря вытягиванию комков, которое возможно при линейном, близком к ламинарному типу, движении пеплового потока. К такому движению турбулентная смесь пирокластики и газа могла прийти в самом конце перемещения, буквально перед окончательной остановкой массы в связи с резким падением скорости.

Вывод об изменении характера движения пеплового потока, как-будто, подтверждается также грубой ориентированностью лейстовидных фено-кристаллов плагиоклаза и намечающейся вытянутостью пор в туфах. Наконец, возможность ламинарного перемещения пеплового потока перед его остановкой предполагается Р. Л. Смитом [27].

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 19.XII.1972.

#### Կ. Ի. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

### ԵՐԵՎԱՆ-ԼԵՆԻՆԱԿԱՆՅԱՆ ՏՐԿԻ ՏՈՒՖԵՐԻ ՆՍՏԵՑՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍՈՒ ՄԻ ՔԱՆԻ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

#### Ա մ փ ո փ ո լ մ

Երևանի շրջակայքի Երևան-Լենինականյան տիպի տուֆերի պետրոգրաֆիայի և երկրաբանության մանրամասն ուսումնասիրության հիման վրա տրվում են նոր պատկերացումներ տուֆային զանգվածի նստեցման պրոցեսի որոշ առանձնահատկությունների մասին: Ցույց է տրվում, որ մոխրային հոսքի, որից առաջացել են տուֆերը, շարժումը սկզբում կրել է տուրբուլենտ և միայն կանգ առնելուց առաջ նրա տեղաշարժը ընդունել է լամինար բնույթ:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Абих Г. Геология Армянского нагорья. Западная часть. «Зап. Кавк. отд. геогр. общ.», кн. XXI, 1899.
2. Абих Г. Геология Армянского нагорья. Восточная часть. «Зап. Кавк. отд. геогр. общ.», кн. XXIII, 1902.
3. Адамян А. А. К вопросу о стратиграфическом расчленении туфо-туфолавоваы толщ южных склонов массива г. Арагац. Известия АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр. наук, №2, 1950.
4. Адамян А. А. Туфы и туфолавы южных склонов массива г. Арагац. Известия АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр. наук, т. IV, №3, 1951.
5. Адамян А. А., Саакян Н. А. К вопросу происхождения четвертичных туфов. «Тр. ЕрПИ, горное дело и геология», вып. 2, №11, 1955.
6. Адамян А. А. К вопросу о происхождении туфо-туфолавоваы отложений Армении. «Тр. лабор. вулкан. АН СССР», вып. 20, 1961.
7. Амарян В. М. О генезисе туфов и «туфолав» Армении. В сб. «Вулканические и вулканоплутонические формации». «Наука», М., 1966.
8. Асланян А. Т. О центрах извержений новейших туфов Армянского нагорья. «Тр. ЕрПИ, горное дело и геология», вып. 2, №13, 1956.
9. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. «Айпетрат», Ереван, 1958.
10. Белянкин Д. С. К вопросу о туфовых лавах Армении. Известия АН СССР, серия геол. №3, 1952.
11. Заварицкий А. Н. Некоторые черты новейшего вулканизма Армении. Известия АН СССР, серия геол., №1, 1945.
12. Заварицкий А. Н. О четвертичных вулканических туфах и туфолавах Армении. «Вестник АН СССР», №10—11, 1945.

13. Заварицкий А. Н. О некоторых данных вулканологии в связи с изучением четвертичных туфов и туфолав Армении. Известия АН Арм. ССР, сер. физ.-мат. и естеств. наук, №10, 1946.
14. Заварицкий А. Н. О четвертичных вулканических туфах Армении. ДАН СССР, новая серия, т. 53, №8, 1946.
15. Заварицкий А. Н. Игнимбриты Армении. Известия АН СССР, серия геол. №3, 1947.
16. Залесский Б. В., Петров В. В. Арктическое месторождение туфовых лав «Тр. Петр. инст. АН СССР», вып. 1, 1931.
17. Канканян П. Х. К вопросу об образовании столбчатой отдельности и поперечных трещин в макарашенских туфах (Армения). Известия АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр. наук, т. X, №5—6, 1957.
18. Карапетян К. И. Верхнеплиоцен-четвертичные магматические формации и вулканизм Армении. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, №3, 1969.
19. Лебедев П. И. Туфовые лавы Алагеза. В сб. «Каменные строительные материалы», т. 3, 1928.
20. Лебедев П. И. Вулкан Алагез и его лавы. Изд. АН СССР, Л., 1930.
21. Лебедев П. И. К вопросу о природе туфовых лав вулкана Алагез. Известия АН СССР, серия геол., №6, 1947.
22. Месропян А. И. О генезисе четвертичных туфов Армении. Известия АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр. наук, т. IV, №4, 1951.
23. Мкртчян К. А. Некоторые замечания о генезисе туфов арктического типа (Армянская ССР). Известия АН СССР, серия геол., №5, 1954.
24. Паффенгольц К. Н. К вопросу о возрасте и генезисе туфолав Армении. «Зап. ВМО», т. LXVII, №3, 1938.
25. Паффенгольц К. Н., Тер-Месропян Г. Т. Арагац Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1964.
26. Петров В. П. Игнимбриты и туфовые лавы. Еще о природе арктического туфа «Тр. лабор. вулкан. АН СССР», вып. 14, 1957.
27. Смит Р. Л. Потоки вулканического пепла. В сб.: «Проблемы палеовулканизма», Изд. ИЛ, М., 1963.
28. Ширинян К. Г. Химические особенности четвертичных вулканических туфов и туфолав Армении. Известия АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр. наук, т. IX, №8, 1956.
29. Ширинян К. Г. и Асланян А. Т. Совершенная столбчатая отдельность в покровах вулканических туфов Армении в связи с их происхождением (Макарашен-Гайдарлинское месторождение). «Тр. ЕрПИ, горное дело и геология», вып. 4, №13, 1956.
30. Ширинян К. Г. Стратиграфическое расчленение четвертичной туфо-туфолаво-вой толщи области г. Арагац. В сб. «Вопросы геологии и гидрогеологии Армянской ССР», Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1956.
31. Ширинян К. Г. Новые данные о центрах извержений туфов и туфолав Армении. ДАН Арм. ССР, т. XXIV, №2, 1957.
32. Ширинян К. Г. К вопросу строения и генезиса туфо-туфолаво-вой толщи Армении. Известия АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр. наук, т. XI, №1, 1958.
33. Ширинян К. Г. Вулканические туфы и туфолавы Армении. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1961.
34. Ширинян К. Г. Вулканические туфы и туфолавы Армении (Классификация, петрография и генезис). В сб. «Вопросы вулканизма», Изд. АН СССР, М., 1962.
35. Ширинян К. Г. Игнимбриты и туфолавы (принципы классификации и условия формирования на примере Армении). «Тр. лабор. вулкан. АН СССР», вып. 20, 1961.