

Р. Г. ИВАНОВ, К. Г. ШИРИНЯН

НОРМАТИВНО-ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ НОВЕЙШИХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД АРМЕНИИ

Введение

Основным методом изучения петрохимических особенностей вулканических пород до сего времени был и продолжает оставаться классический метод А. Н. Заварицкого (1950). Именно с применением петрохимических параметров А. Н. Заварицкого стало возможно выявление главных петрохимических особенностей вулканических пород, выделение естественных ассоциаций вулканитов, установление количественных выражений разнообразия химических особенностей пород как в виде соответствующих числовых параметров, так и графическим путем.

Потребность более глубокого раскрытия специфических особенностей вулканических образований, а также условий генерации и эволюции различных типов магм ставила перед исследователями задачу поисков новых методов петрохимического анализа.

В последние годы, наряду с методом А. Н. Заварицкого, при исследовании вулканических пород вообще и Армении в частности широко применяются также определения сериальных индексов вулканических пород (Rittmann, 1958), а для петрогенетической классификации базальтовых лав—метод, предложенный Куно (Куно, 1960).

Достоин внимания еще не нашедший широкого применения метод, предложенный Готтини (Gottini, 1968, 1969), позволяющий разделить магматические породы мантийного и корового происхождения.

Для решения некоторых частных задач традиционно продолжают широко применяться методы Пикока, Харкера и других.

Номенклатура и диагностика эффузивных пород до сего времени по существу производилась на основании данных химических анализов. В связи с наличием аморфной стекловатой части или труднодиагностируемых кристаллических выделений минеральный состав эффузивных пород при их диагностике, как правило, не учитывался.

В этой связи многие из методов, широко применяемых при диагностике интрузивных пород для классификации их эффузивных аналогов, оказались непригодными. Этим отчасти объясняются те классификационные несоответствия, которые имеются между интрузивными и эффузивными породами.

Широко применяемые к настоящему времени классификационные схемы эффузивных пород своей несовершенностью не сопоставимы с классификацией интрузивных пород; в классификации эффузивов многие аналоги интрузивных пород фактически выпали. К их числу относятся эффузивные аналоги монзонитов, плагиосиенитов, монцогаббро, граногаббро, плагиогранитов и т. д.

В данной работе, основываясь на методике, предложенной одним из авторов настоящей статьи (Иванов, 1962), сделана попытка раскрыть петрохимические особенности новейших (плио-плейстоценовых) вулканических пород Армении, учитывая по существу не только химический, но и нормативно-минеральный состав различных вулканитов.

Результаты оказались довольно удовлетворительными; они позволили не только дать сопоставимую с интрузивными породами классификационную характеристику новейших вулканитов, но и, как никогда ранее, раскрыть петрохимические и петрогенетические особенности вулканических серий Армении. Графические изображения полученных данных оказались весьма удобными для наглядного выражения генетических и других особенностей отдельных формационных типов пород, а также для установления некоторых общих особенностей горизонтальной зональности вулканических ассоциаций.

Поскольку в объеме одной статьи трудно охватить обширный материал, имеющийся на сегодня по химизму молодых вулканитов Армении, то ограничимся рассмотрением лишь петрохимических характеристик вулканических пород Арагацского, Гегамского и Сюникского нагорий, представляющих главные вулканические области Армении. Отдельно рассмотрены петрохимические особенности базальтовых лав Кечутского нагорья, Арагацской области, Сюникского нагорья, а также риолитовых лав вулканических центров Арteni, Атис, Гехасар, Покр Сатанакар.

Основой данной работы послужили многочисленные химические анализы, опубликованные в трудах: «Химические составы изверженных и метаморфических пород Армянской ССР» (Абовян, Багдасарян и другие, 1962) и «Петрография вулканических пород Армянской ССР» (коллектив авторов, 1970). По базальтовым лавам Кечутского нагорья дополнительно использованы неопубликованные анализы Э. Х. Харазяна.

О методике петрохимического пересчета

Примененный метод петрохимического пересчета в сущности является и химическим, и минералогическим, поскольку основывается на корреляции химических и минералогических особенностей.

Метод пересчета объединяет некоторые характеристики нормативно-минералогического метода Кросса, Идингса, Пирсона и Вашингтона (как, например, $AF = Or + Ab + An$, «цветной индекс» — $CI = Py + Mt$ (или Hm^*) $+ Ru + Ap$ где $Py = Fs + En + Wo$, характеристика $\pm Q$, показывающая насыщенность, пересыщенность или недосыщенность данной породы кремнеземом), с некоторыми фундаментальными петрохимическими характеристиками применяемых в большинстве методов петрохимических пересчетов (Озання, Ниггли, Заварицкого и др.) как $n = Na : (K + Na)$, $An = An : (Or + Ab + An)$, $P = An : (Ab + An)$, $f = Fe^{+2} + Mn^{+2} + Fe^{+3} : (Mg + Fe^{+2} + Mn^{+2} + Fe^{+3})$, коэффициент агпаитности и др.

Как петрохимические характеристики, так и нормативно-минералогические количества и отношения вычисляются исходя из атомных количеств катионов, которые для удобства пересчета приводятся к 100%, т. е. даются в атомных эквивалентных процентах.

Тем самым количества нормативных минералов представляются в молекулярных эквивалентных процентах в отличие от весовых процентов CIPW.

* При вычислении Mt и Hm введено условное различие от метода CIPW, а именно: магнетит вычисляется только если $1/2 Fe^{+3} > Fe^{+2}$. Если $1/2 Fe^{+3} < Fe^{+2}$, то вычисляется только $Hm = Fe^{+3}$.

Ход пересчета выбран так, что химический состав породы сводится к минимальному количеству нормативных минералов (или суммы нормативных минералов как AF, CI и др.) и к минимальному числу петрохимических чисел с непосредственной нормативно-минералогической интерпретацией ($\pm Q$, p, Ap) или петрохимических чисел общего значения (f, agr.).

Прямое или косвенное нормативно-минералогическое значение выбранных характеристик позволяет интерпретировать химический состав изверженных пород в терминах количественно-минералогической классификации поликристаллических горных пород.

В целях классификации и для сравнительных петрохимических исследований используются сопряженная треугольная барицентрическая—Og : Ab : Ap диаграмма и ортогональная диаграмма— $\pm Q$: AF : CI.

Классификационные числа и графический метод выбраны так, что разрешают систематическое определение и сравнительные петрохимические изучения вулканических серий, для которых при необходимости высчитывается ряд важных нормативно-минералогических величин.

На диаграммах Og : Ab : Ap и $\pm Q$: AF : CI границы полей и характерные точки получены эмпирически, на основе количественно-минералогической классификации и средних химических составов интрузивных и эффузивных пород, допуская тождественность их состава для соответствующих классификационных групп. Последнему условию особенно хорошо соответствуют средние составы С. Р. Нокколдса, Аллена (Nockolds, Allen, 1954).

На диаграмме Og : Ab : Ap эмпирические результаты разграничения полей сверялись с данными по нормативным составам изоморфных соединений полевых шпатов и показали хорошее совпадение с соответствующими положениями химическо-минералогической классификации.

Выделяются следующие группы количественно-минералогической классификации изверженных пород.

Названия пород и полей

Интрузивные	Эффузивные
1. Субщелочные кали-граниты	Субщелочные кали-липариты
Субщелочные кали-снениты	Субщелочные кали-трахиты
2. Субщелочные граниты	Субщелочные липариты
Субщелочные снениты	Субщелочные трахиты
3. Граниты (нормальные)	Липариты*
Снениты	Трахиты
4. Плагнограниты	Плаглиолипариты*
Плагноснениты	Плагнотрахиты
5. Адамелиты	Делениты*
Монцониты	Латиты
6. Гранодиориты	Риодациты (липарито-дациты)*
Монцоснениты	Латитоандезиты
7. Граногаббро	Риобазальты
Монцогаббро (сеногаббро)	Латитобазальты
8. Тоналиты	Дациты**
Диориты	Андезиты
9. Габбро	Базальты

* Границы полей 3, 4, 5 и 6 на диаграмме совпадают неполностью в результате понижения номера плагноклаза в богатых кварцем породах (пунктирные границы).

** В наименованиях 1—8 выделяются богатые кварцем породы (первая строка), бедные кварцем породы (вторая строка) и кварцсодержащие породы, названия ко-

Для классификационных определений все анализы в соответствующих пересчетах сведены в таблицы с сохранением предложенных в вышеуказанных изданиях наименований.

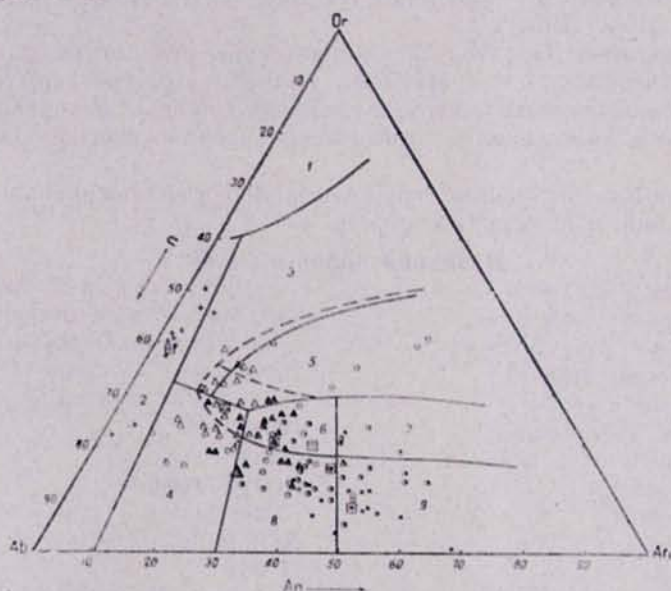
На фигурах 1—10 применены следующие условные обозначения: ● — базальты, ◐ — андезито-базальты, ○ — андезиты, ▲ — андезито-дациты, △ — дациты, + — липариты. Те же знаки, обведенные квадратами, обозначают средние составы соответствующих типов.

Классификационные признаки вулканических пород Армении мы рассматриваем по вулканоструктурным зонам (Ширинян, 1962, 1963, 1966), представляющим отдельные блоки и сопряженные с ними относительно самостоятельные очаговые зоны вулканизма.

Арагацское вулканическое нагорье

Классификационные определения вулканических пород Арагацской области выявили наличие сложной эволюционной серии пород, представленных: базальтами, латитобазальтами, кварцбазальтами, риобазальтами, андезитами, латитоандезитами, кварцандезитами, кварцлатитоандезитами, кварцлатитами, дацитами, плагиотрахитами, кварцплагиотрахитами, риодацитами, деленитами, плагиориолитами, нормальными и натриевыми риолитами.

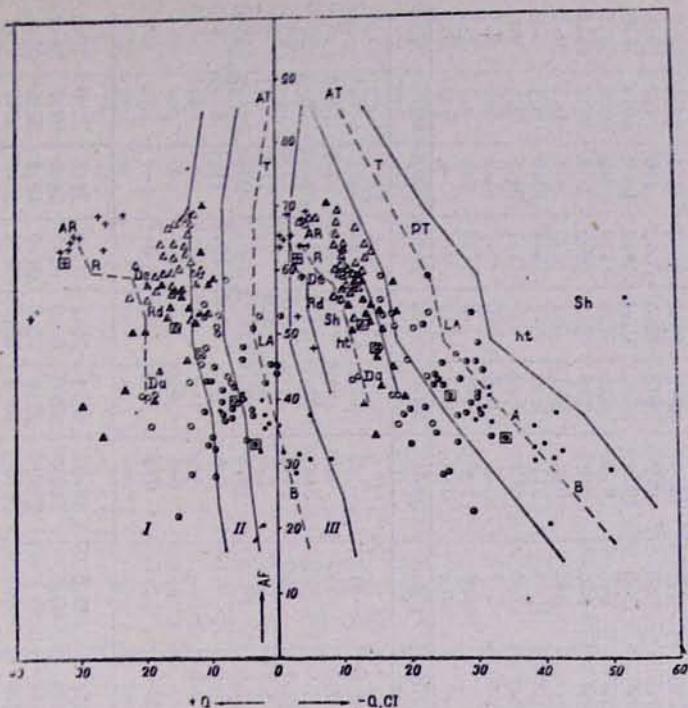
Классификационные числа, характеризующие перечисленную серию пород, приведены в табл. 1, 2, 3, 4, 5, а графические изображения — на фиг. 1 и 2.



Фиг. 1. Or : Ab : An — диаграмма вулканических пород Арагацкого нагорья.

Разбор особенностей эффузивных образований Арагацской вулканической области начат с петрохимической характеристики базальтовых лав (табл. 1).

Из приведенных числовых характеристик и их графических изображений образуются из бескварцевых, с добавлением приставки «кварц». Например: кварцспениты, кварцтрахиты, кварцдиориты, кварцандезиты, кварцгаббро, кварцбазальты и т. д. В названии 7 кварцсодержащий тип не выделяется, а в 9 наименовании кварцсодержащие и богатые кварцем (кварцгаббро-кварцбазальты) совпадают.



Фиг. 2. $\pm Q:AF:CI$ —диаграмма вулканических пород Арагацского нагорья.

жений (черные кружочки на диаграммах $Og:Ab:An$ и $\pm Q:AF:CI$) мы видим, что из 15 анализов, которыми мы располагаем, собственно базальтами—аналогами габбро—являются 8, из них (табл. 1, анализы 1, 4, 5, 6, 7, 12 и черные кружочки в пределах 9-го базальтового поля барицентрической диаграммы), один (анализ 3) оказался представителем редкого типа трахибазальта и расположен в пределах поля 7, соответствующего латитобазальту, а остальные 6 анализов расположены в пределах андезитового поля (поле 8), причем из этой группы анализов анализ 2, из-за высокого содержания нормативного кварца ($Q=+10,4\%$), соответственно оказался в кварцандезитовом поле.

Таким образом, базальтовые лавы Арагацского нагорья представлены двумя главными типами, основные различия которых хорошо иллюстрируются графически.

Хотя, кроме одного случая, все анализы располагаются в пределах 3-го бескварцевого поля, все же нельзя не заметить, что недосыщенность кварцем более сильно выражена для анализов первой группы пород, расположенных в пределах собственно базальтового поля. Расположение части анализов в пределах андезитового поля свидетельствует о натрий-щелочном характере нормативных плагиоклазов этой группы базальтов и сравнительно низком содержании суммы цветных минералов (CI).

Несколько более разнообразно представлена серия андезито-базальтовых лав (табл. 2), где выделяются бескварцевые разности, представленные базальтами (анализ 8, 20), латитобазальтом (анализ 3), латитоандезитами (1, 4, 5, 6), андезитами (12, 13, 15, 16, 17, 18, 19,

Таблица 1

Базальты Арагацского нагорья

	№ пп.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Атомные экв. %	Si	42,2	52,0	49,9	44,2	45,8	42,4	47,5	47,2	48,9	49,9	49,1	46,3	44,7	43,8	45,7	
	Ti	0,8	0,6	0,5	1,0	1,4	1,1	0,8	0,8	0,2	1,3	0,5	0,9	1,0	1,2	0,8	
	Al	21,9	20,7	19,9	21,2	17,3	19,7	20,6	17,0	17,8	17,0	19,4	18,4	16,0	19,1	18,2	
	Fe ³⁺	2,3	1,8	3,1	1,3	5,8	4,1	3,7	6,3	6,4	5,6	1,9	1,2	4,2	3,4	3,7	
	Fe ²⁺	6,7	4,8	5,3	8,4	3,0	5,6	3,7	2,5	2,2	2,6	5,2	6,2	7,7	6,7	5,1	
	Mn	0,1	—	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1	0,1	0,1	
	Mg	9,4	6,1	6,1	9,5	11,3	8,3	6,8	10,5	9,1	8,9	8,1	8,4	10,0	9,1	9,2	
	Ca	10,2	5,5	8,5	10,2	8,8	12,1	9,5	7,6	6,9	6,0	9,1	11,1	10,6	9,9	9,6	
	Na	5,0	6,1	5,9	3,9	5,4	5,1	5,6	5,7	6,3	6,4	5,6	4,7	5,2	5,3	6,4	
	K	1,1	1,6	1,7	0,2	1,0	1,0	1,7	1,4	1,7	1,8	1,6	1,6	0,5	1,1	1,1	
	P	0,3	0,7	—	—	0,1	0,5	—	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	—	0,2	0,1
	Σ	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,9	99,9	100,0	100,0	99,9	100,0	
Нормативные минералы в атомных экв. %	±Q	-8,7	+10,4	+1,6	+2,2	+1,0	-5,9	+1,0	+1,3	+2,3	+4,1	-0,5	-4,1	-3,7	-1,5	-5,7	
	Or	5,5	8,0	8,5	1,0	5,0	5,0	8,5	7,0	8,5	9,0	8,0	8,0	2,5	5,5	5,5	
	Ab	25,0	30,5	29,5	19,5	27,0	25,5	28,0	28,5	31,5	32,0	28,0	23,5	26,0	26,5	32,0	
	An	39,5	21,6	30,9	42,9	27,3	34,0	33,1	25,0	24,4	21,9	30,7	30,2	25,5	31,8	26,5	
	Wo	3,8	—	4,5	3,1	11,3	9,0	5,7	9,7	7,5	8,0	4,9	8,1	11,0	3,1	8,2	
	En	18,7	12,1	12,1	19,1	17,7	16,6	13,6	15,2	13,8	12,0	16,2	16,7	20,0	18,3	18,4	
	Hy	11,3	7,8	7,7	15,7	0,5	7,3	3,8	5,1	4,6	5,4	8,5	12,2	11,4	11,4	6,5	
	Mt	3,4	2,8	4,7	1,9	8,5	6,1	5,5	—	—	—	2,9	1,8	6,3	3,4	5,5	
	Hm	—	—	—	—	—	—	—	—	6,3	6,4	5,6	—	—	—	—	
	Ap	0,7	1,8	—	—	0,3	1,2	—	—	1,1	0,8	0,7	0,8	2,7	—	—	0,3
	C	—	4,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Атомные отношения	AF	30,3	38,4	37,9	20,3	32,0	30,7	36,7	35,5	39,9	41,1	36,1	31,5	28,5	31,9	37,5	
	F	69,8	60,0	68,8	63,2	59,3	64,7	69,8	60,5	64,3	63,0	66,8	61,7	54,0	63,7	64,0	
	Py	33,8	19,9	24,3	37,9	29,5	32,9	23,1	30,0	25,9	25,4	29,6	37,0	42,4	32,5	35,1	
	Cl	38,7	31,5	29,5	40,8	39,7	41,3	29,4	38,2	33,3	33,0	33,8	42,4	49,7	37,7	41,7	
	n	81,7	79,3	61,1	95,8	82,2	82,7	76,3	80,2	78,4	77,8	77,5	74,6	91,2	82,9	85,3	
	an	56,5	36,0	39,2	67,8	50,5	52,5	47,5	41,3	37,9	34,8	45,9	48,9	47,2	49,9	41,4	
	П	61,4	41,4	51,3	68,7	55,3	57,2	54,1	46,7	43,8	40,6	52,3	56,2	49,5	54,6	45,2	
	alk	37,4	58,3	47,2	28,6	42,1	39,0	42,2	48,2	53,7	57,7	43,1	35,2	34,9	41,0	43,8	
	f	49,2	52,7	58,6	50,9	50,0	54,2	52,7	47,2	48,9	48,3	47,1	47,2	54,6	52,3	49,4	
	wo	11,2	—	18,5	8,2	38,3	27,3	24,6	32,3	28,9	31,5	16,5	21,8	25,9	9,53	23,3	
	c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Андезито-базальты Арагацского нагорья

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Si	53.1	54.2	52.7	52.8	51.7	52.3	54.0	49.9	52.5	53.5	50.6	50.9	50.7	51.6	50.2	50.3	51.8
Ti	0.7	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	1.1	0.7	0.5	0.5	0.4	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.3
Al	19.2	18.6	18.8	18.8	19.7	18.9	17.7	18.2	18.3	18.1	21.0	18.1	18.7	21.9	16.9	18.8	19.4
Fe ³⁺	1.3	1.9	1.9	2.6	2.9	3.2	2.6	2.5	2.7	1.8	1.8	3.1	1.2	7.5	2.9	2.5	0.8
Fe ²⁺	4.2	2.7	3.4	3.0	2.7	2.5	3.0	3.5	2.9	3.7	2.3	2.7	3.7	—	5.4	3.8	4.0
Mn	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	—	0.1	0.1	—	0.1	—	—	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Mg	6.2	6.2	7.3	6.4	5.0	7.8	6.2	9.3	7.9	8.5	8.8	7.8	8.3	2.1	7.6	8.2	6.3
Ca	6.9	7.2	7.8	6.9	6.9	8.3	6.3	8.5	8.0	8.6	8.8	8.3	7.8	9.7	8.4	8.2	8.8
Na	5.4	6.2	4.2	5.9	6.9	3.8	5.6	4.9	4.6	2.7	3.8	6.3	6.8	4.4	6.0	5.5	6.6
K	2.9	2.3	3.2	2.7	3.3	1.9	3.4	1.9	2.0	1.7	1.8	1.5	2.0	2.1	1.9	1.9	2.4
P	—	—	—	—	—	0.5	—	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	—	—	0.2	0.1	—
Σ	100.0	99.9	100.0	99.9	99.9	100.0	100.0	99.9	99.9	100.0	99.8	99.9	99.9	99.9	100.0	99.9	100.0
±Q	+6.1	+8.4	+7.6	+7.2	+3.2	+12.5	+8.4	+3.9	+10.5	+14.8	+8.6	+6.2	+0.1	+8.8	+8.0	+3.9	-0.2
Or	14.7	12.5	15.8	13.5	16.6	9.8	17.3	9.6	10.1	8.8	8.9	7.5	10.2	10.3	9.3	9.6	12.0
Ab	26.9	31.0	21.1	29.5	34.6	19.0	27.9	24.6	22.9	13.4	19.1	31.5	33.9	22.1	30.1	27.6	33.1
An	27.2	24.8	28.4	25.5	23.5	32.7	21.5	29.3	29.2	34.1	38.5	25.6	24.7	38.6	22.5	28.3	25.0
Wo	2.9	4.3	4.2	3.6	4.4	1.9	3.9	3.9	2.6	1.6	0.4	4.4	5.7	3.9	7.4	4.6	6.1
En	12.3	12.3	14.6	12.7	10.0	15.5	12.3	18.5	15.8	17.0	17.6	15.6	16.7	4.3	15.3	16.3	12.5
Hy	7.4	3.6	5.0	3.4	2.6	1.8	3.6	4.5	3.2	5.6	3.4	2.3	6.4	—	1.9	4.9	0.3
Mt	1.8	2.9	2.7	3.9	4.4	4.7	3.9	3.7	4.0	2.7	1.7	4.6	1.7	11.3	4.5	3.8	10.8
Hm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ap	—	—	—	—	—	1.3	—	1.1	1.3	1.6	1.4	1.6	—	—	0.3	0.3	—
C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
AF	41.6	43.2	36.9	43.0	51.2	28.8	45.3	34.3	33.0	22.2	28.0	39.1	44.1	32.5	39.4	37.3	45.2
F	68.8	68.0	65.3	68.5	74.7	61.5	66.8	63.6	62.2	56.3	66.5	64.7	68.8	71.1	61.9	65.6	70.2
Py	22.6	20.2	23.8	19.7	17.0	19.2	19.8	26.9	21.5	24.2	21.4	22.3	28.8	8.3	24.7	25.9	18.9
Cl	25.1	23.6	27.1	24.3	22.1	26.0	24.8	32.4	27.3	28.9	24.9	29.1	31.1	20.1	29.8	30.5	30.0
n	64.6	71.6	57.2	68.6	67.6	65.9	61.7	71.8	69.3	60.2	68.3	80.7	76.9	68.1	76.4	74.1	73.3
an	39.5	36.5	43.5	37.2	31.5	53.1	32.2	46.0	46.9	60.5	57.8	39.5	35.9	54.2	36.3	43.2	35.6
Π	50.2	44.4	57.3	46.3	40.4	63.2	43.5	54.3	56.0	71.7	66.8	44.8	42.1	63.5	42.7	50.6	43.0
alk	54.6	54.1	48.7	55.4	59.6	40.7	58.8	44.4	45.2	33.8	38.8	48.4	53.0	40.4	48.4	47.4	52.0
f	47.4	43.1	42.5	47.1	53.2	57.7	51.9	39.6	41.4	39.7	31.7	42.6	37.5	78.3	52.5	43.8	43.7
wo	12.8	21.2	17.6	18.2	25.8	—	19.6	14.4	12.0	6.61	18.6	19.7	19.7	46.9	29.9	17.7	32.3
c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 2

	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Si	49,6	51,7	50,1	51,9	54,0	49,3	47,9	52,2	49,2	52,2	52,6	52,0	52,6
Ti	0,1	0,5	0,4	0,5	0,3	0,5	—	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Al	18,5	17,8	21,8	20,2	19,0	19,8	20,1	18,2	20,8	22,3	19,1	17,8	16,1
Fe ²⁺	3,3	1,8	1,8	2,4	1,6	5,3	5,0	3,2	2,9	3,5	3,7	2,8	3,3
Fe ²⁺	3,3	4,9	4,1	3,7	4,3	1,8	2,6	4,0	3,1	3,8	4,0	4,5	4,7
Mn	0,1	0,1	—	—	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—
Mg	6,5	7,4	5,5	5,7	5,5	6,5	6,6	6,5	4,3	4,8	5,1	6,7	6,4
Ca	7,6	7,6	8,4	8,4	6,3	8,2	8,8	8,2	7,8	5,7	6,8	6,2	6,8
Na	8,6	6,2	6,8	5,4	6,5	6,6	6,7	5,7	7,6	6,0	5,3	7,5	7,7
K	1,9	1,8	0,8	1,5	1,2	1,9	2,3	1,7	4,1	1,4	3,0	1,8	1,9
P	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	—	—	0,1	—	—	—	0,4	0,2
Σ	99,9	100,0	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	100,0	100,0
±Q	-0,7	+5,3	+3,6	+8,3	+9,8	+1,8	+0,11	+7,9	-4,2	+6,8	+8,1	+4,9	+4,9
Or	9,6	9,2	4,1	7,7	8,6	9,3	11,6	8,3	20,7	7,0	15,3	8,7	9,4
Ab	43,0	30,9	34,2	27,0	32,6	33,1	33,6	28,6	37,9	30,1	26,6	37,6	38,7
An	19,7	24,5	35,3	33,2	26,9	28,3	25,2	26,9	22,6	28,7	26,8	21,2	16,1
Wo	6,9	4,8	1,8	3,0	1,2	4,9	7,5	5,3	6,5	—	2,9	2,6	6,5
En	13,0	14,8	11,0	11,4	10,9	13,0	13,3	12,9	8,6	9,5	10,2	13,3	12,8
Hy	3,2	7,8	6,3	4,9	6,9	3,8	0,1	4,8	3,4	4,0	4,2	6,2	6,0
Mt	4,9	1,8	2,6	3,6	2,4	—	7,6	4,8	4,3	5,2	5,6	4,2	4,9
Hm	—	—	—	—	—	5,3	—	—	—	—	—	—	—
Ap	0,3	0,4	0,7	0,4	0,4	—	—	0,3	—	—	—	—	0,4
C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,3	—	—	—
AF	52,7	40,1	38,3	34,7	38,5	42,5	45,3	36,9	58,6	37,1	41,9	46,3	48,1
F	72,4	64,6	73,6	67,9	68,0	70,8	70,5	63,8	81,2	65,8	78,7	67,5	64,2
Py	23,2	27,5	19,1	19,3	19,1	21,8	20,9	23,0	18,5	13,5	17,3	22,1	25,3
Cl	28,8	30,2	22,8	23,8	22,2	27,5	28,5	28,3	23,0	19,0	23,2	27,2	30,9
n	81,7	77,0	89,1	79,4	78,0	74,3	74,3	77,5	64,6	81,1	63,5	81,1	80,4
an	27,3	37,8	47,9	39,5	40,0	35,7	35,7	42,2	27,8	43,5	38,9	31,4	25,0
Il	31,4	41,2	50,7	55,1	45,2	46,0	42,8	48,4	37,3	48,8	50,1	36,0	29,3
alk	58,0	51,2	47,5	50,8	55,0	50,8	50,5	47,4	60,0	56,4	45,0	60,0	58,5
f	50,7	47,8	51,7	52,5	52,1	52,5	53,5	52,5	58,2	60,3	60,1	52,1	55,5
wo	29,7	17,4	9,42	15,5	6,2	9,3	35,8	23,0	35,1	—	16,7	11,7	25,6
c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61,9	—	—	—

23, 24, 25, 27, 29), один анализ (30) на границе полей андезит-плагиотрахит. В этой же серии пород выделяются кварцсодержащие аналоги ($+8 < Q < 15$), представленные: кварцбазальтами (6, 9, 10, 11, 14), кварцандезитами (21, 22) и кварцлатитоандезитами (2, 7, 28).

Признаки андезито-базальтовой серии пород Арагацкого нагорья хорошо выражены на диаграммах $Og : Ab : An$ и $\pm Q : Af : Cl$, где вырисовывается переход с одной стороны к базальтам, а с другой — к щелочным андезитам.

Как видно из ортогональной диаграммы (фиг. 2), по отношению к базальтам часть андезито-базальтовых лав отличается несколько большей щелочностью и относительно низким содержанием суммы темноцветных минералов, другая же часть при равной с базальтами щелочности заметно обеднена темноцветными минералами и более богата свободным кремнеземом. Отмеченная особенность необъяснима одной дифференциацией, так как в таком случае следовало бы ожидать повышенную щелочность для той части пород, которые более бедны темноцветными минералами. Следовательно, напрашивается вывод о том, что на Арагацком нагорье было возможно самостоятельное образование коровой андезито-базальтовой магмы или более кислой андезитовой магмы, дифференциация которой обусловила образование несколько более основного-остаточного расплава. Такой вывод подтверждается еще и тем, что довольно монолитная группа андезито-базальтов, определяемая нами как кварцандезитовая и кварцлатитоандезитовая, по петрохимическим признакам не выявляет перехода к базальтам и как по содержанию анортитовой составной, так и по содержанию цветных компонентов отчетливо андезитовая, даже с некоторым тяготением к лейкотипам, с высоким содержанием нормативного кварца.

Перейдем к рассмотрению петрохимических особенностей андезитовых лав (табл. 3).

18 анализированных пород андезитов Арагацкого нагорья представлены следующими классификационными типами: базальты (1, 4), андезиты (2, 5, 13), латито-андезиты (10), кварцандезиты (9, 15), кварцлатитоандезиты (3, 12), кварцлатиты (6, 14), кварцплагиотрахиты (11, 17), дациты (7, 18), делениты (8, 16).

Как видно из диаграммы (фиг. 1), полые кружочки, соответствующие анализированным породам андезитового состава, в основном расположены в пределах 8-го и 6-го полей, соответствующим андезитам, латитоандезитам и их кварцевым аналогам. Два анализа кварцплагиотрахита также расположены в непосредственной близости от 8-го поля. Исключение составляют 4 анализа, расположенные в пределах пятого поля (делениты, кварцлатиты).

Средний состав всех анализированных пород отвечает составу кварцлатитоандезита.

Родственную с андезитами группу пород в пределах Арагацкого нагорья составляют андезито-дацитовые эффузивы. Под микроскопом эти породы, как в минералогическом отношении, так и по структурным особенностям, типично андезитовые.

Несмотря на разнообразие петрохимических типов этой серии лав, средний их состав, по данным 21 химического анализа, также кварцлатитоандезитовый.

В этой серии пород установлены следующие разновидности: кварцлатитоандезиты (3, 6, 10, 12, 13, 15, 16, 20), кварцлатиты (17), кварцандезиты (9, 11, 14), кварцплагиолипариты (22), дациты (4, 8, 19, 23), плагиолипариты (5, 7), риодациты (1, 2, 18).

Один анализ оказался рибобазальтом (21). Он отличается повышен-

Таблица 3

Андезиты Арагацского нагорья

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Si	51,2	54,5	57,2	51,9	54,4	55,5	57,3	58,2	57,3	56,6	57,0	55,9	54,5	54,3	54,2	56,9	55,7	57,7
Ti	0,3	0,6	0,5	0,4	0,6	0,5	0,6	0,6	0,3	0,8	0,3	0,6	0,6	0,4	0,5	0,3	0,7	0,6
Al	23,3	19,4	19,0	23,4	19,4	19,0	20,4	19,9	22,3	18,5	22,1	18,6	19,7	18,4	18,6	18,1	18,2	18,1
Fe ³⁺	1,9	1,9	0,9	1,9	1,9	1,9	1,2	1,9	2,7	1,4	1,6	2,0	1,5	3,2	2,0	3,7	4,1	2,0
Fe ²⁺	2,7	2,4	2,7	2,7	2,4	3,5	2,8	2,7	0,3	3,1	1,1	2,4	4,1	2,9	2,7	3,7	1,1	3,4
Mn	—	—	0,2	—	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mg	2,2	3,9	3,7	2,2	3,9	3,6	4,1	3,1	2,2	3,9	2,3	5,0	2,8	6,4	6,2	3,5	3,2	3,8
Ca	8,6	6,1	5,2	8,6	6,2	5,9	5,1	5,1	4,4	5,5	3,6	6,4	5,5	7,2	7,1	6,2	4,7	5,6
Na	6,7	8,1	7,2	6,8	8,2	5,0	6,3	3,6	7,6	6,1	8,6	6,0	7,9	1,8	—	2,1	8,6	6,5
K	1,8	2,5	3,4	1,8	2,4	4,6	1,8	4,5	2,7	4,1	3,3	3,1	3,1	5,4	2,5	5,1	3,2	1,6
P	0,3	0,6	—	0,3	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	—	0,1	—	0,3	—	—	0,4	0,5	0,7
Σ	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
±Q	+7,1	+2,1	+10,1	+6,6	+7,7	+10,4	+18,0	+20,0	+10,0	+7,9	+12,9	+11,1	+7,1	+12,5	+12,6	+19,0	+9,0	+18,9
Or	9,0	12,3	17,1	9,2	12,2	23,1	8,8	22,5	13,3	20,7	16,6	15,5	15,5	27,1	12,2	25,6	15,8	7,7
Ab	33,5	40,7	36,0	33,8	40,7	25,1	31,6	18,1	37,8	30,3	43,0	30,0	39,2	9,1	30,7	10,5	42,8	32,5
An	37,0	22,1	20,9	36,9	22,1	23,3	22,2	22,1	20,1	20,6	17,1	23,7	22,0	27,9	22,0	27,0	16,1	22,2
Wo	1,6	1,5	1,9	1,6	1,7	1,1	—	—	—	2,8	—	3,3	1,3	3,1	4,3	0,3	1,6	—
En	4,4	7,7	7,3	4,4	7,7	7,2	8,2	6,2	4,4	7,7	4,6	10,0	4,6	12,7	12,3	7,1	6,5	7,6
Hy	3,6	2,9	4,8	3,6	2,9	5,3	4,3	3,6	0,7	7,2	0,5	2,8	6,7	2,4	2,5	3,6	2,2	5,6
Mt	2,8	8,6	1,4	2,8	2,9	2,8	1,9	2,8	—	2,0	2,4	3,0	2,3	4,8	2,9	5,6	—	1,9
Hm	—	—	—	—	—	—	—	—	2,7	—	—	—	—	—	—	—	4,10	—
Ap	0,7	1,5	—	0,7	1,5	1,2	1,0	1,1	0,6	—	0,3	—	0,7	—	—	1,0	1,2	1,8
C	—	—	—	—	—	—	3,4	3,0	10,1	—	2,3	—	—	—	—	—	—	1,2
AF	42,5	53,0	53,1	43,0	52,9	48,2	40,4	40,6	51,1	51,0	59,6	45,5	54,7	36,2	42,9	36,1	58,6	40,2
F	79,5	75,1	74,0	79,9	75,0	71,5	62,6	62,7	71,2	71,6	76,7	69,2	76,7	64,1	64,9	63,1	74,7	62,4
Py	9,6	12,1	14,0	9,6	12,3	13,6	12,5	9,8	5,1	17,7	5,1	16,1	12,6	18,2	19,1	11,0	10,3	13,2
Cl	13,3	22,8	15,9	13,5	17,3	18,1	17,8	17,3	18,8	20,5	10,4	19,7	16,2	23,4	22,5	17,9	16,3	18,7
n	78,6	76,9	67,7	78,7	76,9	52,1	78,2	44,6	74,0	59,4	72,2	65,9	71,7	25,1	71,5	29,1	73,0	80,7
an	46,3	29,4	28,2	46,2	29,4	32,6	35,4	35,2	28,2	28,7	22,3	32,4	28,6	43,5	36,8	42,8	21,6	35,5
П	52,2	35,2	36,7	52,2	35,2	48,2	41,2	54,9	34,7	40,4	26,4	44,1	35,9	75,4	41,8	72,0	27,3	40,5
alk	49,7	63,5	67,1	50,0	63,1	61,9	61,4	61,4	70,0	64,9	76,7	58,7	66,7	50,0	54,4	53,7	71,5	59,1
f	67,5	52,8	51,1	67,5	52,8	60,1	49,6	59,8	58,2	53,4	53,9	46,7	66,7	49,1	43,6	67,5	61,8	58,7
wo	16,7	12,4	13,6	16,7	13,8	8,3	—	—	—	15,8	—	20,5	10,3	17,0	22,5	2,7	15,5	—
c	—	—	—	—	—	—	21,4	23,4	16,4	—	31,1	—	—	—	—	—	—	8,3

ной калиевой щелочностью и тяготеет к границе полей 7 и 9 на первой (Ог : Аб : Ап) диаграмме и к полю андезитов-кварцандезитов на второй ($\pm Q : AF : CI$) диаграмме (черный треугольник в нижней части фиг. 2). По сравнению со средними типами базальтов характеризуются также очень низким CI и довольно высоким значением нормативного кварца ($+Q=26,0$).

Положение точки риобазальта на диаграммах и числовые показатели указывают на вероятное сегрегационное его происхождение за счет накопления рано выделившихся вкрапленников основного плагиоклаза в кварцандезитовом расплаве.

Главная часть точек андезито-дацитовых пород также расположена в пределах 6-го и 8-го полей или в непосредственной близости от них. На этом основании можно указать, что преобладающая часть пород рассматриваемой группы имеет кварцлатитодацитовый или кварцандезитовый состав.

Кварцлатитоандезиты Арагаца представлены как лавами, так и игнимбритовыми туфами и пемзами. По своему положению они являются промежуточными членами между кварцандезитами и более кислыми породами.

В Арагаской области широким распространением пользуются породы, описанные в литературе под общим названием дациты. Представлены они как в эффузивной, так и в пирокластических фациях. С ними генетически связаны широко распространенные игнимбритовые туфы и туфолавы (игниспумиты).

28 химических анализов в соответствующем пересчете сведены в табл. 5. Приведенные в указанной таблице характеристики позволяют выделить следующие петрохимические типы пород: делениты (1, 2, 3, 21), плагиориолиты (9, 10, 11, 14, 16, 18), кварцлатиты (13, 26, 28), риодациты (6, 7, 17, 19, 20, 24), кварцлатитоандезиты (8, 15, 25, 27), кварцплагиолипариты (4, 5, 22, 23). Один анализ оказался нормальным риолитом (12).

Как видно из треугольной диаграммы, фигуративное поле этой группы пород Арагаского блока расположено в тройной вершине полей 4, 5 и 6 или вблизи них в пределах пунктирных границ, обозначающих богатые кварцем породы. Это риодациты или близкие к этому типу породы (делениты, плагиолипариты).

На этой же диаграмме выделяется вторая группа пород, расположенная в пределах 4-го поля, представленная кварцплагиотрахитами и более кислыми их аналогами—кварцплагиолипаритами.

На диаграмме $\pm Q : AF : CI$ все анализы составляют монолитную группу с некоторым колебанием суммы щелочных полевых шпатов (AF) и кварца. К ним причисляются и некоторые анализы андезито-дацитов.

В целом среди анализируемых андезито-дацитовых и дацитовых эффузивов Арагаского нагорья хорошо выделяется специфичная группа пород, которая по величине CI и по содержанию нормативного кварца близка к риодацитам (липарито-дацитам), но отличается от них более низким содержанием свободного кварца, в среднем $+Q=17,7\%$ для данной группы пород; против 21—22% для риодацитов, более повышенным содержанием AF и высоким значением Ap по отношению к сумме нормативных полевых шпатов.

В минералогическом отношении породы группы риодацита в шлифах представлены на 74% из основной массы с микролитовой, гиалопилитовой или пилотакситовой структурой и на 26% из порфировых вкрапленников, представленных: плагиоклазом (17%), клинопироксе-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Si	57,6	58,3	54,7	57,3	59,1	57,3	57,1	57,0	56,6	58,5
Ti	0,7	0,6	0,4	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6
Al	20,6	20,0	22,6	20,3	19,0	19,0	22,4	22,6	19,4	18,5
Fe ²⁺	1,1	1,8	3,4	1,2	3,2	0,9	3,6	2,2	2,5	1,7
Fe ³⁺	2,8	2,0	1,5	2,8	1,7	2,5	0,6	2,5	2,3	2,2
Mn	—	—	—	—	—	0,2	—	—	—	—
Mg	3,3	2,4	3,2	4,2	2,8	3,7	—	—	3,5	3,5
Ca	4,5	4,0	3,5	5,1	3,1	5,1	3,9	4,1	4,0	4,5
Na	6,3	7,3	6,4	6,3	7,6	7,2	8,6	8,3	8,5	6,3
K	2,7	3,3	4,3	1,8	2,6	3,5	3,0	2,6	2,4	4,1
P	0,3	0,3	—	0,4	0,4	—	0,4	0,2	0,2	—
Σ	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	100,0	99,9	99,9	99,9
±Q	+16,8	+16,0	+11,2	+17,9	+21,2	+10,1	+16,7	+15,2	+12,5	+13,9
Or	13,7	16,5	21,3	8,8	12,8	17,7	14,8	13,1	11,9	20,5
Ab	31,6	36,4	32,2	31,5	37,9	36,0	43,0	41,6	42,5	31,7
An	20,4	17,9	17,2	22,3	11,9	20,6	14,2	19,3	18,7	20,1
Wo	—	—	—	—	—	2,0	—	—	—	0,9
En	6,7	4,8	6,3	8,4	5,6	7,3	—	—	7,0	7,0
Hy	4,4	2,1	3,1	4,3	0,1	4,4	1,1	2,8	3,0	2,7
Mt	1,6	2,8	—	1,9	4,8	1,4	—	3,3	2,5	2,6
Hm	—	—	3,4	—	—	—	3,6	—	—	—
P	0,7	0,7	—	1,0	1,0	—	1,0	0,4	0,4	—
C	3,4	2,2	4,9	3,3	4,1	—	5,2	3,9	1,0	—
AF	45,3	52,9	53,5	40,3	50,7	53,7	57,8	54,7	54,4	52,2
F	65,7	70,8	70,7	62,6	62,6	74,3	72,0	74,0	73,1	72,3
Py	11,1	6,9	9,4	12,7	5,7	13,7	1,1	2,8	10,0	10,6
Cl	17,5	13,2	18,1	19,5	16,2	15,6	11,3	10,8	14,4	13,8
n	69,7	68,8	60,2	78,2	74,8	67,0	74,3	76,0	78,1	60,8
an	31,1	25,2	24,4	35,7	19,0	27,8	19,7	26,1	25,6	27,8
Pl	39,2	32,9	34,0	41,4	23,6	36,4	24,8	31,7	30,6	38,8
alk	66,7	72,6	75,3	61,3	76,7	67,7	74,8	72,6	73,1	69,8
f	53,1	61,3	61,2	49,0	63,5	50,0	52,1	53,4	58,0	53,4
wo	—	—	—	—	—	14,6	—	—	—	8,5
c	23,4	24,1	34,2	20,6	41,8	—	82,5	58,2	9,1	—

ном (4%), ортопироксеном (11%), биотитом (1,1%), оливином (0,5%), рудным минералом, апатитом (2,3%).

Состав плагиоклаза дает большие вариации (от 35 до 60% An), но преобладают номера, соответствующие среднему андезину.

По составу рассмотренные породы постепенно переходят к кварцлатитоандезитам, кварцандезитам, имеющим один и тот же минеральный состав.

В петрохимическом отношении их можно считать риодацитами пониженной кислотности, представляющими весьма специфичные для Арагацской области вулканические породы, которые мы считаем возможным ради краткости выражений выделить под названием «арагациты».

На диаграмме $\pm Q:AF:Cl$ «арагациты» расположены в пределах полей риодацит, деленит, риолит. Ниже они переходят к субщелочным кварцлатитоандезитам, полностью совпадающим с полем «санситов» Оверни во Франции. В нашей классификации «санситы» представляют собой кварц-латитоандезиты повышенной щелочности (AF санси-

нагорья

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
56,5	56,9	57,8	58,9	58,4	59,9	58,4	59,2	60,3	57,2	61,7	59,8	61,6
0,6	0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,4	0,6	0,4	0,3
19,6	17,7	19,1	19,3	19,4	18,6	19,2	19,3	19,2	19,7	17,0	18,3	21,2
1,3	2,0	1,3	1,5	2,0	1,4	1,0	2,3	2,3	2,0	2,4	2,6	2,4
2,8	3,0	2,6	2,5	1,8	1,3	1,9	2,8	1,3	0,6	3,0	1,2	1,4
—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	0,1	—	0,1	—
3,7	3,1	1,7	1,5	2,2	1,7	3,9	1,8	4,2	4,0	3,5	3,0	1,4
5,7	4,7	4,1	4,3	4,2	2,4	3,5	3,7	3,9	4,0	4,9	3,2	3,8
6,8	7,8	8,5	4,5	7,4	9,3	7,0	6,4	6,1	7,8	4,7	7,7	5,6
2,5	3,8	4,1	2,6	4,0	4,8	4,6	3,8	2,3	4,0	2,2	3,7	2,2
0,4	—	0,2	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
99,9	100,0	99,9	100,0	99,9	99,9	100,0	100,0	100,0	99,8	100,0	100,0	99,9
—12,7	+9,3	+10,9	+13,6	+13,3	+12,8	+11,5	+19,8	+23,1	+9,3	+26,6	+14,8	+29,4
12,7	19,1	20,6	12,8	20,1	24,1	22,7	18,7	11,5	20,2	11,0	18,6	10,7
34,1	39,0	42,6	42,3	36,9	46,5	35,0	32,1	30,4	38,8	23,5	38,7	28,1
25,3	15,0	15,8	18,4	19,9	11,0	17,5	18,4	19,4	19,7	24,6	15,8	18,8
—	3,3	—	—	0,4	0,4	—	—	—	0,2	—	—	—
7,3	6,3	3,3	3,0	4,3	3,4	7,8	2,6	8,3	8,0	7,0	5,9	2,9
4,2	4,2	3,8	5,3	1,5	1,2	2,9	3,3	0,4	1,4	3,6	2,6	0,3
2,0	2,9	2,0	2,2	3,1	2,1	1,5	3,4	3,4	—	3,5	—	3,7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0	—	2,6	—
1,0	—	0,4	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1	—	0,1	0,9	—	—	0,6	1,7	3,0	—	0,2	0,6	5,8
46,8	58,1	63,2	55,1	57,0	70,6	57,7	50,8	41,9	59,0	34,5	57,3	38,8
72,1	73,1	79,0	73,5	76,9	81,6	75,2	69,2	61,3	78,7	59,1	73,1	57,6
11,5	13,8	7,1	8,3	6,2	5,0	10,7	5,9	8,7	9,6	10,6	8,5	3,2
15,2	17,6	10,1	12,9	9,8	7,6	13,3	11,7	15,6	12,0	14,9	12,1	13,0
72,9	67,1	67,4	76,7	64,7	65,9	60,6	63,2	72,5	65,7	68,1	67,5	72,4
35,1	20,6	25,0	25,0	25,8	13,5	23,3	26,6	31,6	25,0	41,7	21,6	32,6
42,6	27,8	27,0	30,3	35,0	19,1	31,4	36,4	38,9	33,6	51,1	28,9	40,1
62,0	71,1	75,4	62,3	73,0	85,4	76,8	73,4	68,3	74,7	58,4	78,1	67,2
52,9	61,6	70,0	72,9	63,3	61,3	42,6	73,9	46,1	40,3	60,7	56,5	73,1
—	23,9	—	—	6,4	8,0	—	—	—	2,0	—	—	—
0,8	—	1,4	9,7	—	—	5,3	22,3	25,6	—	2,0	6,6	64,4

тов Оверни и Арагаца примерно на 15% больше латитоандезитов и кварцлатитоандезитов). В результате повышенной щелочности количество Ап среди нормативных полевых шпатов «сансиитов» чувствительно занижено.

Совершенно самостоятельную группу пород Арагацской вулканической области представляют породы липаритового состава, связанные с единственным в области куполовидным массивом Арteni.

Как видно из диаграммы (фиг. 1 и 2), указанные породы выявляют хорошую группированность фигуративных точек (обозначены крестиками) в пределах 2-го—натрий-риолитового поля. Здесь отчетливо наблюдается диагональное расположение полосы точек на обеих диаграммах, что указывает на подвижность щелочей, которая очевидно проявлялась как в липаритовом очаге и в подводящих каналах, так и в процессе затвердевания магмы.

Положения фигуративных точек на диаграммах указывают на обособленность вещественного состава данной группы эффузивов от пород других типов и на отсутствие между ними переходных типов.

Вообще можно указать, что состав родоначальной магмы обуславливается уровнем ее генерации и снизу вверх меняется от основных базальтовых до кислых риолито-дацитовых магм.

Наличие двух крайних независимых типов магм — кислой сублочной риолитовой магмы аляскитового типа и основной базальтовой — сомнения не вызывает. С другой стороны, как было уже показано, большая серия среднекислых лав Арагацкого блока ни в каком отношении не указывает на переход к базальтам. Преобладающим типом среднекислых лав Арагаца являются различные типы андезитовых лав, представленные андезитами, кварцандезитами, кварцлатитоандезитами, кварцлатитами. Причем эти типы пород являются промежуточным звеном, связанным постепенными переходами как с более основными, так и с более кислыми типами лав отчетливо андезитового облика.

Монолитность андезитовых серий лав Арагаца, большое количество лав и пирокластики данного состава делает весьма вероятным предположение, что среднекислые серии лав этой области связаны с родоначальной магмой кварц-андезитового, кварцлатито-андезитового (кварц-диоритового до кварц-монзонитового) состава.

Среднекислая родоначальная магма и все происшедшие из нее породы отличаются двумя основными характерными признаками: слабо повышенной калиевой щелочностью и заметно повышенным содержанием кремнезема.

Это и определило особенности вещественного состава возникших пород, которые по минералогическому составу вкрапленников и химизму описывались как андезито-базальты, андезиты, андезито-дациты и дациты. Однако в строении вулканической области Арагаца существенное значение приобретают специфические типы пород среднекислой магмы, представленные кварц-андезитами, кварц-латитоандезитами, «арагацитами» (липарито-дациты пониженной кислотности), санситтами (субщелочными кварц-латитоандезитами) и другими сопряженными с ними породами.

При возникновении некоторых разновидностей пород Арагаца, наряду с механизмом кристаллизационной дифференциации, очевидно, существенное значение имел и процесс ассимиляции кислых пород коры и газовый перенос щелочей.

Гегамское нагорье

На фиг. 3 и 4 приведены анализы, характеризующие породы, известные в пределах Гегамского нагорья, в соответствии с данными, помещенными в табл. 6, 7, 9.

Уже беглый взгляд на графическое изображение результатов анализов убеждает в том, что эти породы отличаются от вулканитов Арагацкого нагорья; во-первых, здесь не наблюдается специфических для Арагацкой области кислых серий лав, во-вторых, не отмечено каких-либо точек в пределах 9-го и 7-го полей, что вызвано отсутствием здесь соответствующих Арагацу основных серий лав базальтового ряда. Указанное обстоятельство лишний раз доказывает, что нет связи между среднекислыми и основными сериями лав.

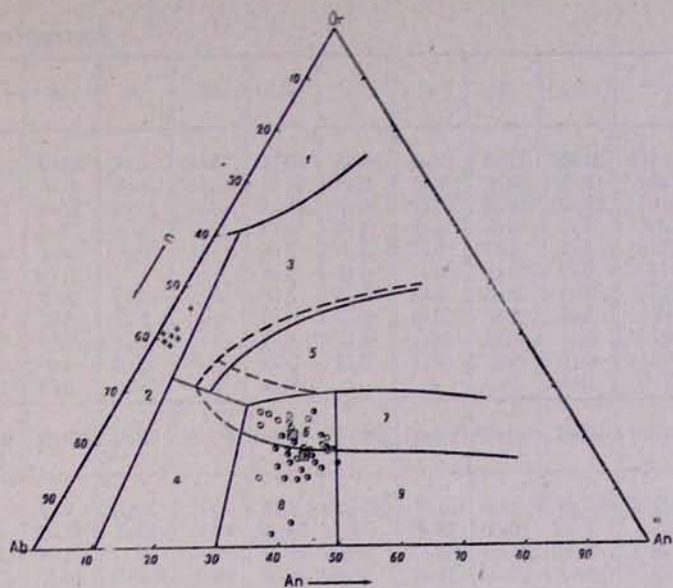
На примере анализов пород Гегамского нагорья более отчетливо выражен также генетический разрыв между кислыми риолитовыми и среднекислыми лавами.

Как и на Арагацком нагорье, риолитовые породы Гегамы располагаются в пределах второго — натрий-риолитового поля. Все имеющиеся

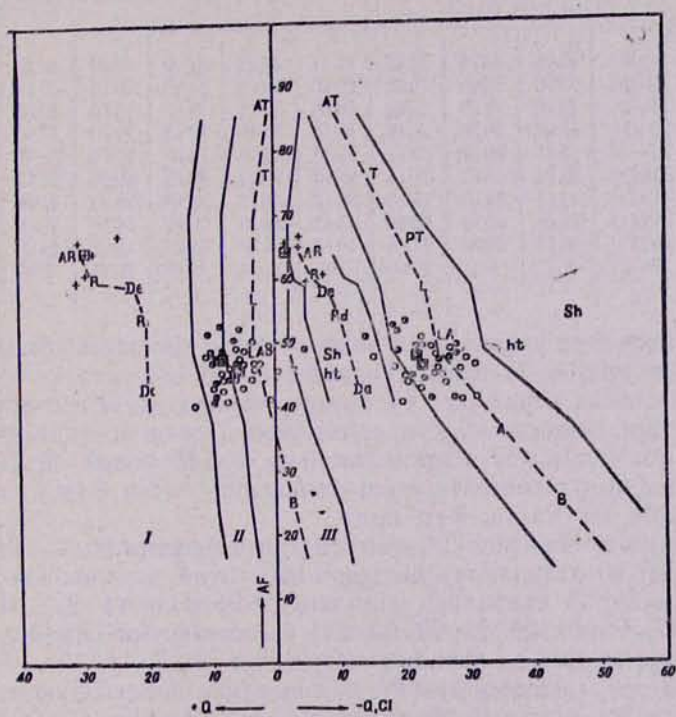
Таблица 5

Дациты Арагацкого нагорья

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Si	61,6	61,1	60,2	60,5	59,9	60,6	60,7	58,5	59,6	60,8	59,4	63,5	60,1	62,1	58,8	62,1	61,7	63,9	61,0	62,8	61,1	61,8	60,6	62,3	60,9	60,5	61,3	60,3
Ti	0,5	0,5	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,5	0,5	0,4	0,6	0,4	1,2	0,4	0,5	0,4	0,8	0,4	0,4	0,1	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4
Al	17,2	17,8	15,8	16,5	20,5	17,9	20,2	19,7	19,5	19,4	21,1	19,2	18,6	16,5	19,2	18,5	19,6	17,5	18,5	17,8	18,7	17,1	18,1	18,0	17,5	18,1	18,0	15,9
Fe ³⁺	1,1	2,4	1,5	3,2	2,1	1,0	0,7	0,6	1,3	1,6	0,7	0,9	1,6	3,8	2,5	1,2	0,9	2,9	1,4	2,7	1,8	1,8	1,7	1,8	2,1	2,1	2,4	1,5
Fe ²⁺	1,7	0,3	1,4	0,2	1,5	2,0	2,1	3,2	2,4	1,5	2,7	1,2	1,5	0,4	0,5	1,2	1,3	0,3	1,9	1,0	1,3	0,6	1,4	1,0	1,0	1,3	0,3	1,4
Mn	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	—	—	—	0,1	—	0,1
Mg	2,6	2,1	2,6	2,4	—	2,6	1,0	1,0	1,2	1,2	—	1,2	2,2	1,5	2,8	0,4	1,8	1,2	1,5	1,7	1,7	2,3	1,7	1,2	1,4	1,4	1,2	2,6
Ca	3,3	2,7	4,3	3,6	3,2	3,7	3,1	5,7	3,2	1,6	4,0	1,5	2,7	2,4	3,7	2,7	2,2	2,2	3,2	3,0	2,2	2,1	2,7	2,4	2,8	2,8	2,6	3,3
Na	6,7	7,3	8,0	9,2	8,6	7,5	7,9	7,4	8,4	9,8	8,0	6,7	6,6	10,1	8,3	9,6	7,7	9,0	7,7	6,8	7,1	9,7	9,4	8,4	8,4	7,7	8,4	8,1
K	5,2	5,5	4,4	3,7	3,5	4,1	3,4	3,1	3,6	3,4	3,2	5,4	5,6	2,7	3,7	3,8	3,9	2,5	4,2	4,1	5,4	4,1	3,9	4,4	5,2	5,3	5,1	4,4
P	—	0,2	1,3	0,1	0,2	—	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	—	—	—	—	—	—	—	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0
Σ	99,9	99,9	99,9	100,0	99,9	100,0	99,9	99,9	100,0	100,0	100,1	100,0	100,0	99,9	100,0	99,9	99,9	99,9	100,0	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	99,9	99,9	100,0	100,0
+Q	+16,1	+15,8	+16,1	+14,1	+12,4	+16,1	+19,0	+13,2	+15,2	+17,2	+16,7	+22,2	+13,7	+17,6	+12,6	+15,9	+19,8	+23,7	+17,0	+20,5	+17,4	+14,1	+13,5	+15,7	+13,1	+14,9	+13,7	+14,8
Or	26,1	27,7	22,1	18,4	17,5	20,4	17,0	15,4	18,1	17,1	15,9	27,0	28,4	13,5	18,5	19,0	19,4	12,5	21,1	20,5	26,8	20,2	19,4	22,1	25,8	26,4	25,6	22,0
Ab	33,7	36,4	40,0	45,9	43,2	37,3	39,5	37,2	42,1	48,9	40,0	33,3	33,0	50,4	41,2	47,8	38,7	45,1	38,5	34,9	35,2	48,5	47,1	42,2	42,0	38,7	41,9	40,5
An	13,1	12,3	8,5	8,9	14,5	15,8	12,3	23,0	13,5	5,5	16,6	7,6	13,6	9,4	18,1	12,9	11,1	10,8	14,5	15,1	11,1	8,4	11,9	11,9	9,9	12,7	11,3	8,5
Wo	1,3	0,1	1,0	3,4	—	1,1	—	1,7	—	—	—	—	—	1,1	—	0,2	—	—	—	—	—	0,8	0,6	—	1,6	0,6	0,7	2,6
En	5,2	4,3	5,1	4,9	—	5,2	2,1	2,0	2,4	2,5	—	—	—	4,6	5,5	0,9	3,7	2,4	3,0	3,4	3,5	4,5	3,4	2,4	2,8	2,9	2,5	5,2
Hy	2,4	0,6	1,3	0,5	0,9	2,0	3,6	5,8	3,4	1,4	5,5	1,7	3,1	0,9	1,1	1,1	1,7	0,6	2,3	2,0	0,9	1,3	1,1	0,2	2,1	0,6	0,7	1,6
Mt	1,6	—	2,2	—	3,2	1,5	1,0	0,8	2,0	2,3	0,7	1,3	1,5	—	—	1,8	1,3	—	2,1	—	2,7	—	2,5	2,6	—	3,2	—	2,1
Hm	—	2,4	—	3,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,8	2,5	—	—	2,9	—	2,7	—	1,8	—	2,1	—	2,4	—
P	—	0,4	3,3	0,1	—	—	1,1	0,4	0,7	0,7	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4	—	—	—	—	—	—	—	2,3
C	—	—	—	—	7,9	—	4,0	—	2,1	4,0	3,2	4,1	0,9	—	—	—	—	3,5	1,6	0,7	0,8	1,8	—	—	0,4	—	—	—
AF	59,8	64,1	62,1	64,3	60,7	57,7	56,5	52,6	60,2	66,0	55,9	60,3	61,4	63,9	59,7	66,8	58,1	57,6	59,6	55,4	62,0	68,7	66,5	66,3	67,8	65,1	67,5	62,5
F	72,9	76,4	70,6	73,2	75,2	73,5	68,8	75,6	73,7	71,5	72,5	67,9	75,0	73,3	77,8	79,7	69,2	68,4	74,1	70,5	73,1	77,1	78,4	78,2	77,7	77,8	78,8	71,0
Py	8,9	5,0	7,4	8,8	0,9	8,3	5,7	9,5	5,8	3,9	5,5	4,1	7,7	4,9	6,6	2,2	5,4	3,0	5,3	5,4	4,4	6,6	5,1	2,6	6,5	4,1	3,9	9,4
Cl	11,0	8,3	13,3	12,7	12,4	10,4	12,2	11,2	11,1	11,3	11,0	9,9	11,3	9,1	9,6	4,4	11,0	7,9	8,9	9,0	9,5	8,8	8,1	6,1	9,2	7,8	7,5	14,2
n	56,3	56,8	64,4	71,3	71,2	64,7	69,9	70,7	70,0	74,0	71,5	55,2	48,8	78,9	69,0	71,6	66,5	78,3	64,6	63,0	56,8	70,6	70,8	65,6	61,9	59,4	62,1	64,8
an	18,0	16,1	12,0	12,2	19,3	21,5	21,7	30,4	18,3	7,7	22,9	11,2	18,1	12,8	23,3	16,2	17,0	15,8	19,5	21,4	15,2	10,9	15,2	15,6	12,8	16,3	14,3	11,9
П	28,0	25,2	17,5	16,2	25,1	29,7	23,7	38,2	24,3	10,1	29,3	18,6	29,1	15,7	30,5	20,6	22,3	19,6	27,3	30,2	23,9	14,7	20,2	22,0	19,0	24,7	21,2	17,2
alk	78,3	88,3	74,2	78,2	79,1	75,8	78,4	64,8	78,9	89,8	73,7	88,9	81,8	84,2	76,4	83,2	85,2	83,9	78,8	78,4	85,0	86,8	83,1	84,2	82,9	82,0	83,8	78,9
f	52,6	55,8	53,5	58,6	100,0	54,5	73,2	78,8	75,6	71,0	100,0	63,6	57,7	73,7	51,7	85,7	55,0	72,7	68,7	68,5	64,6	52,1	64,6	70,0	68,9	71,4	69,2	53,5
wo	14,6	2,0	13,5	38,6	—	13,2	—	17,9	—	—	—	—	—	22,4	—	9,1	—	—	—	—	—	12,1	11,7	—	24,6	14,6	17,9	27,6
c	—	—	—	—	89,5	—	41,2	—	26,6	50,6	36,7	50,0	10,5	—	—	—	39,3	34,7	11,7	12,9	29,0	—	—	13,3	—	—	—	—



Фиг. 3. $Og : Ab : An$ —диаграмма вулканических пород Гегамского нагорья.



Фиг. 4. $\pm Q : AF : CI$ —диаграмма вулканических пород Гегамского нагорья.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Si	52.4	51.8	51.4	53.0	54.5	50.7	50.9	52.4	50.5	52.2	52.4
Ti	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.7	0.8	0.6	0.8	0.8	0.5
Al	19.6	20.6	20.9	20.2	19.6	19.1	19.6	18.4	19.4	19.3	20.1
Fe ³⁺	2.0	1.9	3.5	2.1	1.8	3.3	2.2	5.4	1.3	3.3	1.8
Fe ²⁺	3.1	1.7	1.7	2.7	3.3	2.5	3.4	0.7	4.1	3.0	2.3
Mn	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	—	—	0.1	0.1	0.2
Mg	5.6	5.9	5.6	5.5	5.3	5.6	6.0	5.9	6.9	5.5	6.7
Ca	6.8	6.5	6.7	6.8	6.5	9.0	5.6	6.7	6.7	7.5	6.9
Na	7.1	7.2	6.2	6.1	5.7	5.8	7.6	6.8	6.7	7.5	6.2
K	2.6	2.0	2.7	2.7	2.3	2.8	2.4	3.0	3.0	0.7	2.5
P	—	0.5	0.5	—	—	0.4	0.4	—	0.4	—	0.3
Σ	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	100.0	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9
±Q	+4.1	+7.6	+5.9	+7.1	+11.6	+4.8	+3.2	+5.5	+0.2	0.0	+9.1
Or	13.1	9.7	13.1	13.5	11.5	13.8	12.0	15.1	15.0	3.7	12.5
Ab	35.2	35.9	31.0	30.7	28.6	28.8	38.0	33.9	33.6	37.5	30.7
An	24.6	28.4	29.4	28.4	28.9	26.0	24.0	21.5	24.2	27.6	27.1
Wo	3.8	—	—	2.2	1.3	7.6	1.0	4.7	2.2	10.0	—
En	11.2	11.8	11.2	11.0	10.6	11.3	12.0	11.8	13.7	11.1	13.4
Hy	4.5	1.8	3.7	3.3	4.9	2.0	4.6	1.5	7.1	5.0	4.2
Mt	2.9	2.9	—	3.1	1.8	5.0	3.2	—	2.0	4.3	1.1
Hm	—	—	3.5	—	—	—	—	5.4	—	—	—
Ap	—	1.3	1.3	—	—	—	1.2	—	1.2	—	0.8
C	—	0.6	0.3	—	—	—	—	—	—	—	0.6
AF	48.3	45.6	44.1	44.2	40.1	42.6	50.0	49.0	48.6	41.2	43.2
F	72.9	74.0	73.5	72.6	69.0	68.6	74.0	70.5	72.8	68.8	70.3
Py	19.5	13.6	14.9	16.5	16.8	20.9	17.6	18.0	23.0	26.1	17.6
Cl	23.0	18.4	20.6	20.3	19.4	26.6	22.8	24.0	27.0	31.2	20.6
n	72.8	78.7	70.2	69.5	71.3	67.6	76.0	69.1	69.1	91.0	68.7
an	33.7	38.4	39.9	39.1	42.0	37.9	32.4	30.6	33.3	40.1	38.6
П	41.1	44.1	48.6	48.0	50.2	47.4	38.7	38.8	41.8	42.4	46.9
alk	58.7	58.6	57.0	56.4	55.1	48.8	60.2	59.4	59.1	52.2	55.7
f	48.2	40.8	49.0	47.3	49.4	51.2	48.3	51.2	44.8	53.6	38.9
wo	19.4	—	—	13.3	7.7	36.3	5.6	26.1	9.5	38.3	—
c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

анализы в пределах узкого поля расположены довольно компактно, что является признаком большого постоянства их состава.

Кроме кислых серий лав рассматриваемого типа, все другие типы Гегамских лав, известные как андезито-базальты и андезиты, также компактно расположены в пределах 6-го и 8-го полей, причем наиболее основные их разновидности тяготеют к верхней части 8-го поля а более кислые к средней части 6-го поля.

В отличие от Арагацских лав андезито-базальтовые лавы Гегамского нагорья не отличаются большой пестротой состава. Из 24 имеющихся анализов 18 оказались в андезитовом поле (1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24) и всего четыре анализа с повышенной щелочностью—в латито-андезитовом (6, 8, 14, 15).

Анализы андезитовых лав Гегамы выявили следующую картину их принадлежности: кварц-латитоандезиты—7 анализов (1, 6, 7, 10, 11, 12, 14), латито-андезиты—четыре анализа (2, 3, 4, 5), андезиты—2 анализа (8, 9), кварц-андезит—один анализ (13).

Гегамского нагорья

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
46,8	47,3	51,8	54,2	51,1	50,9	52,8	54,5	52,2	49,0	50,1	50,7	51,1
1,0	0,6	0,5	0,6	0,4	0,8	0,6	0,6	0,7	0,3	0,7	—	0,8
19,8	21,2	18,1	20,4	19,7	19,0	18,6	18,2	19,6	20,9	17,7	19,3	18,2
3,3	4,0	2,5	4,9	1,8	5,2	2,7	4,0	3,4	5,5	7,6	6,2	2,7
3,3	2,7	3,1	0,7	3,9	0,7	3,0	0,6	2,8	0,7	0,2	0,3	3,1
0,1	0,1	0,1	—	0,2	0,2	0,1	—	0,1	0,2	—	0,1	0,2
7,5	7,1	7,7	3,8	6,4	6,2	6,0	5,7	5,3	5,0	6,6	8,5	6,1
8,8	7,4	7,0	5,8	6,7	7,1	6,6	7,2	7,3	8,1	8,6	6,0	8,4
7,3	6,6	5,5	6,3	7,5	7,0	6,8	6,5	5,9	7,4	6,3	6,4	6,9
1,9	2,5	3,6	3,2	1,9	2,4	2,7	2,6	2,6	2,5	1,9	2,5	2,5
0,1	0,4	—	—	0,3	0,5	—	—	—	0,5	0,3	—	—
99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	100,0	99,9	99,9	99,9	100,1	100,0	100,0	100,0
—3,9	—0,8	+3,4	+10,0	+2,1	+5,0	+5,5	+7,5	+7,2	+0,9	+6,8	+4,0	+2,3
9,5	12,5	18,0	15,8	9,6	11,8	13,5	13,1	13,2	12,6	9,5	12,7	12,5
36,5	33,0	27,6	31,3	37,5	34,8	34,2	32,3	29,6	37,0	31,5	31,8	34,3
26,5	30,3	22,4	27,5	25,6	24,0	22,6	22,7	27,5	27,3	23,6	25,9	22,1
6,6	1,4	5,0	0,7	2,2	3,0	4,2	7,2	3,7	3,5	6,8	1,6	7,9
15,0	14,3	15,4	7,7	12,8	12,4	11,9	11,3	10,5	9,9	13,2	17,0	12,2
3,5	1,7	3,9	1,5	6,4	1,7	3,5	1,3	2,5	1,7	0,3	0,8	3,9
5,0	5,9	3,8	—	2,6	—	4,0	—	5,1	—	—	—	4,0
—	—	—	4,9	—	5,2	—	4,0	—	5,5	7,6	6,2	—
0,3	1,1	—	—	0,8	1,3	—	—	—	1,3	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
46,0	45,5	45,6	47,1	47,1	46,6	47,7	45,4	42,8	49,6	41,0	44,5	46,8
72,5	75,8	68,0	74,6	72,7	70,6	70,3	68,1	70,3	76,9	64,6	70,4	68,9
25,1	17,4	24,3	9,9	21,4	17,1	19,6	19,8	16,7	15,1	20,3	19,4	24,0
31,4	25,0	28,6	15,4	25,2	24,4	24,2	24,4	22,5	22,2	28,6	25,6	28,8
79,3	72,5	60,6	66,5	79,5	74,7	71,6	71,1	69,1	74,5	76,8	71,4	96,5
36,5	38,4	32,9	36,9	35,2	34,0	30,7	33,4	39,1	40,8	36,5	36,8	38,4
42,0	47,8	44,8	47,0	40,6	40,8	39,7	41,2	48,1	42,4	42,8	44,9	39,2
51,1	55,1	56,5	62,3	58,4	56,9	59,0	55,8	53,8	55,0	48,8	59,7	52,8
47,3	48,8	41,8	47,6	47,7	49,5	49,3	45,2	57,5	56,2	54,0	43,6	49,5
26,3	8,0	20,5	7,0	10,3	17,5	21,4	36,3	22,1	23,1	33,5	8,2	32,9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Сравнивая ассоциацию вулканических пород Гегамского нагорья (фиг. 3 и 4) как целое с однотипными породами Арагацской области, можно отметить следующие их различия.

Породы Гегамского нагорья содержат меньше свободного кремнезема (+Q) и больше фемических компонентов (СІ).

Породы Гегамского нагорья характеризуются повышенной общей щелочностью.

В начальной (основной) и в конечной (среднекислой) серии лав количество щелочей почти равно и нет характерного для Арагацских лав размаха щелочной дифференциации вдоль оси АФ. Наблюдается некоторое «сжатие» размаха щелочной дифференциации в кислом конце серии и, наоборот, ее «растяжение» в основном конце.

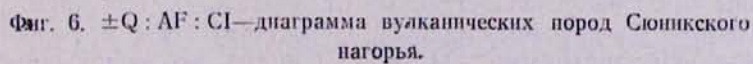
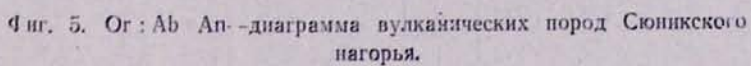
Вулканисты Гегамского нагорья в целом содержат несколько меньше калия (Ог) и соответственно характеризуются несколько большим значением коэффициента п.

В основном конце серии породы Гегамского нагорья всегда содержат больше апортитовой молекулы (Ап), а в кислом меньше.

Таблица 7

Андезиты Гегамского нагорья

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Si	55.8	53.8	54.8	53.2	54.5	54.3	53.6	53.2	53.9	54.8	55.7	54.7	53.8	56.1
Ti	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4
Al	18.1	18.2	18.0	20.1	19.7	18.6	18.4	21.2	17.9	16.1	18.9	15.9	17.3	20.2
Fe ³⁺	4.1	5.1	4.2	0.8	0.5	1.8	1.5	1.4	1.5	3.4	1.6	3.7	2.9	1.5
Fe ²⁺	—	0.2	0.2	3.6	4.3	3.2	4.2	3.3	4.1	2.7	2.8	2.7	2.9	3.6
Mn	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Mg	4.7	5.8	4.8	4.6	5.2	5.8	6.1	4.8	5.6	5.6	4.4	5.5	7.1	2.6
Ca	6.4	6.5	6.6	6.1	6.2	6.6	6.9	5.1	6.6	7.4	6.3	7.3	7.0	5.5
Na	6.8	6.3	6.9	6.8	6.1	6.2	5.5	7.0	7.6	6.5	6.1	6.3	6.1	6.7
K	3.5	3.5	3.7	3.6	2.8	2.6	2.7	2.8	1.8	3.0	3.6	3.3	2.2	3.4
P	—	—	—	0.5	—	—	0.3	0.4	0.3	—	—	—	—	0.4
Σ	100.0	100.0	99.9	99.9	100.0	100.0	99.9	99.9	99.9	100.0	100.0	99.9	99.9	99.9
±Q	+10.2	+7.8	+8.0	+5.5	+7.0	+8.1	+9.3	-5.2	+6.3	+9.3	+9.6	+9.2	+8.8	+11.3
Or	17.3	17.5	18.3	18.0	13.8	13.2	13.7	13.9	9.1	15.1	17.8	16.5	11.1	17.2
Ab	33.8	31.5	34.4	34.2	30.4	31.2	27.3	35.0	38.0	32.3	30.6	31.6	30.3	33.3
An	19.5	20.9	18.6	23.8	27.1	24.3	25.3	28.5	21.2	16.4	23.0	15.5	22.3	24.3
Wo	4.8	4.6	5.7	1.2	1.6	3.5	1.4	8.8	3.9	8.1	3.4	8.3	5.1	—
En	9.5	11.6	9.7	9.3	10.4	11.6	12.3	9.7	11.2	11.2	8.7	11.1	14.3	5.2
Hy	0.3	0.5	0.5	5.2	8.4	4.8	7.1	5.5	7.1	2.2	4.0	1.8	3.3	4.7
Mt	—	—	—	1.1	0.7	2.7	2.3	2.1	2.1	5.1	2.4	5.6	4.3	2.3
Hm	4.1	5.1	4.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P	—	—	—	1.2	—	—	0.8	1.2	0.7	—	—	—	—	1.0
C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3
AF	51.1	49.0	52.7	52.2	44.2	44.4	41.0	48.9	47.1	47.4	48.4	48.1	41.4	50.5
F	70.6	69.9	71.3	76.0	71.3	68.7	66.3	77.4	68.3	63.7	71.4	63.6	63.7	74.8
Py	14.6	16.7	15.9	15.7	20.4	19.9	20.8	24.0	22.2	21.5	16.1	21.2	22.7	9.9
CJ	19.2	22.3	20.7	18.5	21.7	23.2	24.4	27.8	25.4	27.0	19.0	27.2	27.5	13.9
n	66.1	64.3	65.2	65.5	68.8	70.3	66.5	71.5	80.6	68.1	63.2	65.7	73.1	66.0
an	27.7	29.9	26.1	31.3	38.0	35.4	38.2	36.8	31.0	25.7	32.2	24.4	35.0	31.1
Π	36.6	39.8	35.3	41.0	47.0	43.8	48.5	44.9	35.8	33.6	42.9	32.9	42.4	42.2
alk	61.6	60.1	61.6	63.0	58.9	57.1	54.3	65.7	58.7	56.2	60.6	56.8	54.2	64.7
f	47.2	48.2	47.9	49.4	48.9	46.9	48.8	50.0	50.7	52.4	50.6	54.2	45.3	64.1
wo	32.8	27.5	35.8	7.6	7.8	17.6	6.7	36.7	17.5	37.6	21.1	39.1	22.4	—
c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.9



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Si	42.6	46.8	45.8	47.9	50.0	42.5	48.2	46.4	42.1	42.5	46.4
Ti	0.8	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	0.8	1.3	0.8	1.1
Al	16.6	19.7	15.1	19.5	20.4	17.5	19.0	17.5	17.3	17.0	20.1
Fe ³⁺	3.6	3.5	5.7	6.3	5.2	4.5	5.8	5.5	4.3	3.2	3.1
Fe ²⁺	3.9	3.0	3.0	0.5	1.6	2.9	1.1	1.4	3.4	4.1	3.5
Mn	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	—	0.1	0.1
Mg	11.9	6.2	7.8	4.1	4.7	10.4	5.1	6.9	11.2	11.5	6.8
Ca	10.2	8.5	10.0	9.2	8.5	9.9	7.8	10.3	9.9	10.2	7.7
Na	8.0	7.5	7.9	6.8	5.5	7.5	8.8	6.7	8.0	9.7	7.7
K	1.3	2.3	2.8	3.5	2.0	2.7	2.3	3.4	1.6	—	2.5
P	0.9	0.9	0.7	0.9	1.0	0.8	0.7	0.9	0.8	0.9	0.8
Σ	99.9	100.0	100.0	99.9	100.0	99.9	100.0	100.0	99.9	100.0	99.9
±Q	-11.4	-2.3	-2.1	-1.1	+8.9	+10.1	+0.7	-12.2	-11.7	-11.2	-4.5
Or	6.5	11.5	14.0	17.5	10.0	13.5	11.5	17.0	8.0	—	12.7
Ab	40.0	37.5	39.5	34.0	27.5	37.5	44.0	33.5	40.0	48.5	38.5
An	18.2	24.5	11.0	22.9	32.1	18.1	19.7	18.2	19.3	18.5	24.6
Wo	10.2	6.3	9.6	6.3	0.9	9.8	5.4	19.7	9.5	8.2	3.7
En	23.8	12.3	15.6	8.2	9.5	20.9	10.2	13.8	22.4	22.9	13.5
Hy	4.3	2.7	0.5	1.3	3.4	1.5	2.5	3.2	2.6	5.2	4.2
Mt	5.3	5.2	8.5	—	—	6.8	—	—	6.5	4.8	4.6
Hm	—	—	—	6.3	5.2	—	5.8	5.5	—	—	—
Ap	2.3	1.3	1.2	2.4	2.5	2.2	1.8	1.3	2.1	2.3	2.7
AF	46.5	49.9	53.2	51.6	37.4	51.2	55.3	50.8	47.7	48.2	51.1
F	64.7	74.4	64.2	74.5	69.5	69.3	75.0	69.0	67.0	66.7	75.7
Py	38.3	21.3	25.7	15.8	13.8	32.2	18.1	36.7	34.5	36.3	20.8
Cl	46.7	28.8	36.5	25.6	22.5	42.2	26.8	44.3	44.4	44.2	28.6
n	85.9	75.7	74.0	65.9	73.0	73.2	79.5	66.1	83.8	100.0	75.3
an	28.1	33.0	17.1	30.7	46.2	26.1	26.3	26.4	28.8	27.7	32.5
П	31.2	32.9	21.8	40.2	54.0	32.5	30.9	35.1	32.5	27.7	38.9
alk	47.7	53.5	51.2	52.8	46.8	50.7	58.7	49.5	49.2	43.7	56.7
f	38.7	65.1	53.0	63.0	59.5	42.0	57.9	35.9	41.1	39.2	50.0
wo	26.6	29.5	37.3	39.8	6.5	30.4	29.8	53.9	27.5	22.6	14.9

Сюникское вулканическое нагорье

На Сюникском вулканическом нагорье, согласно имеющимся литературным данным и употребляемым упрощенным схемам классификации вулканических пород, выделяются породы базальтового, андезито-базальтового и липаритового составов.

Наибольшее число анализов, которыми мы располагаем, характеризуют базальтовые лавы Сюника (табл. 8).

На диаграмме Or:Ab:An базальтовые лавы распределились в пределах двух основных полей, соответствующих андезитам (анализы 1, 2, 7, 9, 11, 12, 15, 16, 17 в поле 8) и латитоандезитам (анализы 4, 8, 14, 19, 20, 22, 23 в поле 6). три анализа оказались в 4-м плагитотрахитовом поле (3, 10, 21), по одному анализу оказались: кварц-базальтом (5), кварц-андезитом (6) и латитом (13).

При сравнении базальтовых лав Сюника и Арагацского нагорий выявлены следующие существенные отличительные признаки.

Базальты Сюникского нагорья характеризуются повышенной щелочностью. На диаграмме $\pm Q:AF:Cl$ видно, что содержание суммы

Таблица 8

нагорья

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
47,7	46,9	46,3	45,5	42,1	48,1	46,0	46,1	47,3	45,6	46,0	48,0
1,1	1,0	0,8	1,0	0,9	1,0	0,7	1,1	1,6	0,9	0,9	0,7
19,2	19,7	21,6	18,1	17,4	19,0	19,2	20,1	21,5	19,3	19,1	20,2
5,8	3,4	4,4	5,3	3,5	5,8	4,5	7,0	5,0	5,4	7,1	5,5
1,1	3,0	3,0	2,0	3,1	1,1	2,1	0,2	1,6	1,1	0,4	0,4
0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
5,2	6,2	2,6	7,4	11,6	5,1	6,7	6,7	5,8	6,4	8,1	6,1
7,8	8,5	9,4	9,3	10,3	7,8	9,7	7,9	7,0	8,5	8,5	8,5
8,9	7,5	8,0	7,9	7,5	9,0	7,6	7,6	6,7	9,2	6,7	7,1
2,3	2,8	3,0	2,8	2,6	2,3	3,3	3,1	3,4	3,6	3,0	3,4
0,7	0,9	0,7	0,6	0,8	0,7	—	—	—	—	—	—
100,0	100,0	99,9	100,0	99,9	100,0	99,9	99,9	100,0	100,1	99,9	100,0
— 0,1	— 1,3	— 1,7	— 8,2	— 13,7	— 2,7	— 9,3	— 5,6	— 3,0	0,0	— 4,8	— 3,4
11,5	14,0	15,0	14,0	13,0	11,5	16,5	15,5	17,0	18,0	15,0	17,0
44,5	37,5	40,0	39,5	37,5	45,0	38,0	38,0	33,5	46,0	33,5	35,5
19,9	23,7	26,5	18,7	18,2	19,4	20,7	23,5	28,4	16,4	23,4	24,3
2,7	2,5	3,2	9,1	10,6	5,5	11,1	6,4	2,5	10,4	7,6	7,2
10,3	12,3	5,3	14,7	23,2	10,2	13,5	13,5	11,7	12,7	16,3	12,2
2,5	2,7	1,7	4,3	2,9	2,5	4,3	0,7	3,3	2,4	1,0	1,0
—	5,2	6,7	—	5,2	—	—	—	—	—	—	—
5,8	—	—	5,3	—	5,8	4,5	6,9	5,0	5,4	7,1	5,5
1,8	2,4	2,5	1,6	2,0	1,8	—	—	—	—	—	—
55,8	51,2	56,0	53,0	50,6	56,1	54,6	53,5	50,6	63,6	48,7	52,4
75,7	74,9	82,5	71,7	68,8	75,5	75,3	77,0	79,0	80,0	72,1	76,7
15,5	17,5	10,2	28,1	36,9	18,2	28,9	20,6	17,5	25,5	24,9	20,4
24,2	26,1	20,2	36,0	45,0	26,8	31,1	28,6	24,1	31,8	32,9	26,6
79,5	46,4	71,2	74,0	74,1	79,8	69,4	71,2	65,9	71,9	69,1	67,7
26,3	31,7	32,1	25,3	26,5	25,7	27,5	30,6	36,0	20,5	32,4	31,7
30,9	63,3	39,9	32,3	39,8	30,2	35,3	38,1	45,9	26,3	40,9	40,6
58,9	54,2	53,9	53,5	49,5	59,1	52,9	57,5	61,2	60,1	53,3	55,2
57,9	51,2	74,1	50,4	36,7	57,9	49,8	52,0	53,1	51,1	48,2	47,7
17,4	14,3	31,3	32,3	29,2	30,2	38,4	31,0	14,3	40,7	30,5	35,3

щелочей (AF) варьирует в них от 50 до 60%, тогда когда для Арагацских лав оно составляет от 20 до 40%.

Лавы Сюника содержат анортитовой молекулы (An) значительно меньше, чем соответствующие лавы Арагаца.

Для Сюникских базальтов характерна несколько повышенная калиевая щелочность (Or).

Недосыщенность кремнеземом (Q) в лавах Сюникского нагорья проявляется сравнительно сильнее, чем на Арагаце.

Содержание темноцветных СИ в лавах Сюникского нагорья варьирует в более широком диапазоне, понижаясь иногда до пределов, характерных для среднекислых лейкотипных лав и поэтому в среднем значение коэффициента СИ ниже, чем на Арагацском нагорье.

Каковы же нормативно-петрохимические особенности других типов лав Сюникского вулканического нагорья?

В отличие от Арагаца среди среднекислых лав (андезито-базальтов и андезитов) преобладающим распространением пользуются щелочные типы.

Андезито-базальты и андезиты Сюникского нагорья

Андезит-базальты													Андезиты								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Si	49,1	51,2	50,7	50,8	50,6	49,8	50,1	51,2	50,2	50,3	50,2	48,1	50,5	54,7	52,7	53,8	55,8	55,0	57,0	55,8	53,8
Ti	0,6	0,5	0,5	0,4	0,7	0,5	0,5	0,6	0,8	0,6	0,7	0,6	0,5	0,1	0,5	0,5	0,2	0,4	0,3	0,7	0,3
Al	19,0	21,7	23,6	20,4	19,9	19,4	19,5	20,8	17,2	19,3	20,6	19,3	21,3	19,4	18,2	18,1	19,9	19,7	18,9	17,6	19,0
Fe ³⁺	4,0	3,9	2,9	5,3	4,0	2,7	3,6	4,2	3,4	4,1	4,1	3,3	4,3	3,7	1,7	4,8	2,3	2,5	2,7	4,4	2,8
Fe ²⁺	1,6	1,2	2,2	0,1	2,5	2,7	1,8	2,2	3,1	1,5	2,9	2,1	1,0	0,1	2,6	0,6	0,8	1,2	1,1	0,5	0,5
Mn	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	—	—	—	0,1	—
Mg	6,2	4,6	4,7	5,0	4,8	5,3	4,7	4,8	5,7	4,7	3,4	5,3	4,4	4,4	4,2	3,2	1,8	2,7	1,9	4,1	2,0
Ca	7,6	6,9	5,8	7,8	6,6	7,2	7,5	7,1	8,7	7,1	7,2	8,4	7,1	5,6	6,4	5,3	3,6	4,3	4,3	5,6	4,6
Na	8,0	6,2	6,2	8,0	6,9	8,4	8,9	5,7	7,5	7,7	6,6	11,8	6,7	7,7	9,3	8,2	15,0	9,3	9,9	7,4	15,4
K	2,8	3,2	3,1	2,0	3,2	2,9	2,5	2,7	2,5	3,7	3,5	0,3	3,6	3,3	3,5	4,9	0,3	4,0	3,2	3,8	1,1
P	0,9	0,4	0,2	—	0,6	0,9	0,7	0,5	0,7	0,9	0,7	0,7	0,4	0,4	0,7	0,4	0,3	0,7	0,7	—	0,4
Σ	99,9	100,0	100,0	100,0	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	100,0	100,0	100,0	99,9	99,9	99,9	99,9	100,0	99,9	100,0	100,0	99,9
±Q	-1,2	+7,8	+5,9	+8,1	+4,9	-0,6	+0,6	+9,3	+2,3	+3,1	+2,7	-4,2	+2,3	+7,5	+0,6	+3,6	+2,4	+4,6	+8,8	+8,8	-2,5
Or	14,2	16,0	15,7	9,8	16,1	14,3	12,7	13,2	12,7	16,6	17,3	1,5	17,9	16,7	17,6	24,5	1,6	20,2	15,8	19,1	5,7
Ab	40,0	31,0	30,9	39,8	34,2	42,1	44,6	28,2	37,6	38,7	32,7	59,0	33,6	38,5	46,6	41,2	74,8	46,7	49,5	37,1	76,1
An	20,3	24,0	28,8	26,0	24,6	20,2	20,0	31,1	15,4	19,4	26,3	18,0	27,3	20,8	13,0	12,4	11,4	15,8	14,5	15,7	6,4
Wo	4,0	—	—	5,0	1,4	3,4	4,8	0,1	11,1	3,5	3,7	7,4	1,8	1,5	5,3	4,2	1,5	0,1	0,5	4,9	5,2
En	12,3	9,2	9,4	10,1	9,5	10,7	9,4	9,6	10,3	9,5	6,8	10,6	8,9	8,8	8,4	6,3	3,5	5,4	3,7	8,2	4,0
Hy	3,3	2,8	1,6	0,5	1,0	3,0	0,3	0,4	2,9	2,1	1,8	1,1	2,2	1,2	3,8	1,3	1,7	2,5	2,4	1,1	1,2
Mt	—	—	4,4	—	6,0	4,1	5,3	6,2	5,1	—	6,2	4,8	—	—	2,5	—	—	—	—	—	—
Hm	4,0	3,9	—	5,3	—	—	—	—	—	4,1	—	—	4,3	3,7	—	4,8	2,3	2,5	2,7	4,4	2,8
Ap	2,5	1,1	0,1	—	1,6	2,3	1,8	1,2	1,8	2,4	1,8	1,8	1,2	1,2	1,7	1,2	0,9	1,8	1,8	—	1,2
C	—	1,0	2,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
AF	54,2	47,0	46,6	49,6	50,3	56,4	57,3	41,4	50,3	55,3	50,0	60,5	51,5	55,2	64,2	65,7	76,4	66,9	65,3	56,2	81,4
F	74,5	74,5	75,4	75,6	74,9	76,6	77,3	72,5	65,7	74,7	76,3	78,5	78,5	76,0	77,2	78,1	87,8	82,7	79,8	71,9	87,8
Py	19,6	12,0	11,0	10,6	11,9	17,1	14,5	10,1	24,3	15,1	12,3	19,1	12,9	11,5	17,5	11,8	6,7	8,0	6,6	14,2	10,4
Cl	26,7	17,7	18,7	16,3	20,2	24,0	22,1	18,1	32,0	22,2	21,0	26,3	14,6	16,5	22,2	18,3	10,1	12,7	11,4	19,3	14,7
n	73,8	65,9	66,3	80,2	68,0	74,6	77,8	68,1	74,7	69,9	65,3	97,7	65,3	69,7	72,5	62,7	97,8	69,7	75,7	66,0	93,4
an	27,2	33,8	38,2	34,4	32,8	26,4	25,9	42,9	23,4	25,9	34,5	22,9	34,7	27,3	16,8	15,9	13,0	19,1	18,2	21,9	7,3
Π	33,6	43,6	48,2	46,6	41,6	32,4	30,9	52,4	29,0	33,4	44,6	23,3	44,8	35,1	21,6	23,1	13,2	25,3	22,6	29,7	7,7
alk	58,7	57,6	61,5	56,2	60,5	61,0	60,3	54,2	53,4	61,6	58,3	59,0	59,2	66,2	66,7	71,2	80,9	75,5	75,3	66,7	78,2
f	47,9	53,5	52,5	52,6	57,8	51,2	53,9	57,5	53,7	54,3	68,3	50,9	63,6	46,9	51,6	63,6	64,0	58,1	67,6	54,6	63,0
wo	20,4	—	—	30,7	11,8	19,9	33,1	1,0	45,6	23,1	30,0	38,7	13,9	13,0	30,3	35,6	22,4	1,2	7,5	34,5	50,0
c	—	9,2	19,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Из 21 анализированной породы этой группы лав, по классификационным определениям, 7 анализов оказались латитоандезитами (табл. 9, анализы 2, 3, 5, 10, 11, 13, 14), 5 анализов—плагиотрахитами (анализы 9, 12, 15, 17, 18), два—кварц-плагиотрахитами (19, 20), один—натрий трахитом (21) и один—латитом (16). Остальные анализы оказались андезитами (1, 6, 7) и кварц-андезитами (4, 8).

Таким образом, андезито-базальтовые и андезитовые лавы Сюникского нагорья отличаются от Арагацских и Гегамских однотипных эффузивов заметно повышенной щелочностью и, как это наглядно видно на диаграмме $\pm Q : Si : AF$, уступают по содержанию нормативного кварца.

Эффузивы Сюникского нагорья в целом лишены той большой компактности петрохимических свойств, которая так характерна для Гегамских эффузивов (фиг. 3 и 4).

Это обстоятельство выражено также и в большом диапазоне разброса, по оси AF , фигуративных точек липаритовых лав.

Наряду с общей повышенной калиевой щелочностью базальтов, можно указать также на имеющиеся среди Сюникских лав совершенно бедные калием разновидности пород.

Указанные аномальные явления, видимо, говорят о контаминационном характере изменений первичных расплавов магмы.

Тесная ассоциация петрохимических особенностей базальтовых и андезито-базальтовых лав Сюника свидетельствуют об их дифференциационной связи.

Немногочисленность анализов андезитовых лав Сюника воздерживает нас от каких-либо выводов относительно условий их генераций или их связи с другими типами пород области.

О петрохимической специализации родоначальных магм и петрохимической зональности вулканических комплексов внутри провинции

Приведенный фактический материал выявляет горизонтальную зональность состава ассоциаций вулканических пород и дополнительные петрохимические их особенности, контролируемые границами отдельных блоково-глыбовых структур (Ширинян, 1969, 1970).

Петрохимическая горизонтальная зональность убедительно проявляется при сравнении родоначальных магм чистой линии. В этом отношении большой интерес представляет сравнение базальтового и риолитового вулканизма, контролируемых самостоятельными блоковыми структурами.

Базальтовый вулканизм в Армении контролируется границами трех основных вулкано-структурных зон или блоков; к ним относятся: Арагацкий, Кечутский и Сюникский блоки.

В пределах Арагацкого блока зональность петрохимических особенностей базальтов контролируется двумя глубинными, вероятно, сквозькоровыми разломами, ограничивающими Арагацкий блок с запада и востока.

На Кечутском блоке базальтовый вулканизм, по данным Э. Х. Харазяна, контролируется крупным меридионально вытянутым сложным трещинным вулканом, ныне полностью погребенным под поздними излияниями лав.

На Сюникском нагорье наблюдается связь базальтовых лав с небольшими моногенными вулканами центрального типа.

Базальтовые лавы границы Арагацского и Гегамского блоков

	1	2	3	4	5	6	7	8
Si	47.4	45.9	44.8	45.4	44.7	48.2	43.7	46.7
Ti	0.7	0.5	0.5	0.5	0.6	—	0.3	0.6
Al	20.1	22.9	21.1	21.5	20.5	19.7	20.6	20.1
Fe ³⁺	5.9	1.5	5.0	2.5	4.1	4.1	4.4	4.1
Fe ²⁺	1.3	5.6	3.2	2.9	4.9	2.3	1.3	3.6
Mn	—	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
Mg	5.7	7.7	10.5	8.8	9.2	5.4	6.1	7.3
Ca	13.2	9.5	8.9	10.4	9.8	12.8	13.2	10.4
Na	3.7	4.5	4.3	5.8	4.5	4.4	4.7	5.5
K	1.6	1.4	1.5	2.0	1.6	2.9	2.6	1.6
P	0.4	0.3	—	—	—	—	—	—
Σ	100.0	99.9	99.9	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0
±Q	+ 4.4	- 1.9	- 0.3	- 5.5	- 2.7	+ 1.4	- 2.6	- 0.2
Or	8.0	7.0	7.5	10.0	8.0	14.5	13.0	8.0
Ab	18.5	22.5	21.5	29.0	22.5	22.0	23.5	27.5
An	36.7	42.5	38.0	34.2	36.0	31.1	33.1	32.5
Wo	10.5	1.1	2.6	7.0	5.2	13.1	13.2	7.8
En	11.5	15.5	21.0	17.5	18.4	10.8	12.2	14.6
Hy	2.5	9.8	1.6	3.5	5.8	0.9	2.9	3.0
Mt	—	2.3	7.6	3.8	6.2	6.2	—	6.2
Hm	5.9	—	—	—	—	—	4.4	—
Ap	1.0	0.7	—	—	—	—	—	—
C	—	—	—	—	—	—	—	—
AF	26.8	29.5	29.2	39.0	30.5	36.0	36.5	35.5
F	63.5	72.0	67.2	73.3	66.4	67.1	69.7	68.0
Pv	24.5	26.4	25.2	28.0	29.4	24.8	28.3	25.4
Cl	32.1	29.9	33.3	32.3	36.2	31.0	33.0	32.2
n	69.7	69.6	73.5	73.9	74.6	60.5	64.1	76.9
an	57.7	56.6	56.5	46.6	54.2	46.3	47.4	47.7
П	66.2	65.3	63.8	54.2	61.3	58.7	58.4	54.1
alk	26.8	38.3	39.4	42.8	38.3	36.3	35.6	40.5
f	57.7	48.3	44.4	38.8	49.8	55.1	49.1	51.9
wo	42.8	4.1	10.3	25.0	17.7	52.8	46.6	30.7
c	—	—	—	—	—	—	—	—

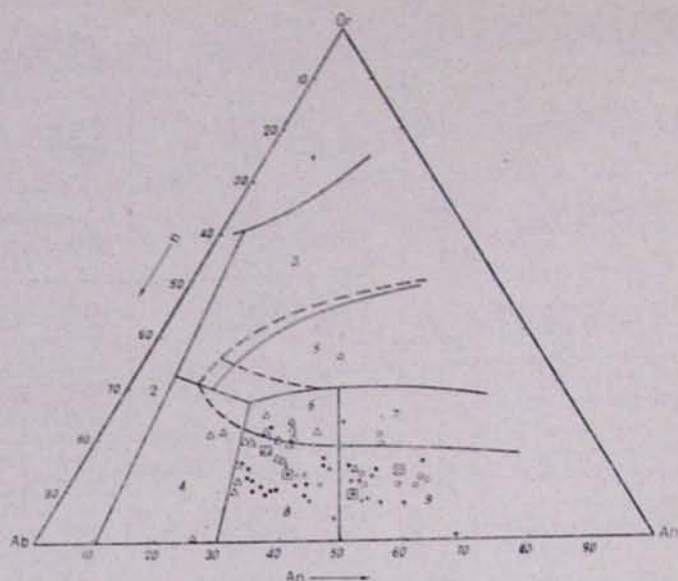
Разбор нормативно-петрохимических особенностей вулканитов Арагацского нагорья мы начали с характеристики базальтовых лав, слагающих западные склоны нагорья.

Базальтовые лавы восточного склона контролируются глубинным разломом, фактически представляющим границу двух крупных блоков — Арагацского и Гегамского. Характеристика указанных лав приведена в табл. 10.

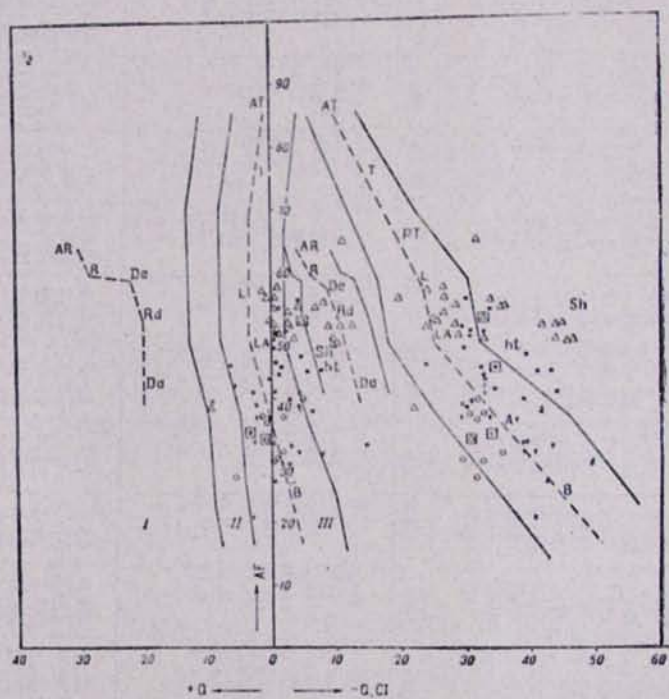
На диаграммах (фиг. 7, 8) нанесены фигуративные точки, характеризующие базальтовые лавы различных блоков, в том числе границы Арагацского и Гегамского блоков.

Контролируемая границами отдельных блоков петрохимическая индивидуальность базальтовых лав графически выражена довольно четко.

По сравнению с западным склоном Арагаца нетрудно видеть, что базальтовые лавы пограничной с Гегамским блоком зоны расположены в основном в пределах 9-го базальтового поля треугольной диаграммы и лишь два анализа перешагнули поле латитобазальта. Отсутствие фигуративных точек в поле 8 свидетельствует о более кальциевом типе



Фиг. 7. Or : Ab : An—диаграмма базальтовых лав Армении.



Фиг. 8. $\pm Q$: AF : CI—диаграмма базальтовых лав Армении.

плагиоклазов и меньшей их щелочности. Сравнительно с базальтами западной части Арагацского нагорья наблюдается также уменьшение значений нормативного кварца и цветного индекса (CI).

Черные кружочки на диаграммах характеризуют аналогичные лавы Кечутского блока (табл. 11).

Для Кечутских лав характерен высокий цветной индекс (CI), сочетаемый с большей недосыщенностью нормативным кварцем и относительно высокой щелочностью.

На щелочной характер полевых шпатов обуславливает расположение большинства фигуративных точек в пределах 8-го андезитового поля, заметно левее от наиболее щелочных лав Арагацской области.

Совершенно обособленно расположены на диаграммах фигуративные точки, характеризующие лавы Сюникского нагорья (табл. 8). Последние, по сравнению с базальтовыми лавами других районов республики, отличаются общей повышенной щелочностью.

Базальтовые лавы Сюника мы относим к щелочным базальтоидам—породам, которые, по определению А. Н. Заварицкого (1929), представляют особую генетическую группу, близкую по своим признакам как к гипербазитам, так и к гранитоидам.

Перейдем к разбору сравнительных нормативно-петрохимических особенностей наиболее кислых представителей вулканических пород Армении—родоначальных риолитовых магм.

Породы, представляющие родоначальную риолитовую магму, известны в пределах всей вулканической зоны Армении. В каждой из вулканоструктурных зон имеется от одного до нескольких центров, представленных локальными куполовидными постройками. Максимальный объем вулканических построек, вместе с потоками, по данным С. К. Карапетяна (1968), не превышает 5 км^3 , минимальный объем составляет $0,2 \text{ км}^3$.

В табл. 12 приведены нормативно петрохимические характеристики единственного в Арагацской области куполовидного вулкана Артени, вулкана Атис (Разданский блок), Гехасара (Гегамское нагорье) и вулкана Покр Сатанакар, расположенного в пределах Сюникского нагорья.

Графически числовые характеристики отображены на фигурах 9 и 10.

На диаграмме $\text{Or} : \text{Ab} : \text{An}$ (фиг. 9) видно, что фигуративные точки всех вулканических центров, за исключением анализов Атиса, расположены в пределах 2-го натрий-риолитового поля. Составляют исключение лавы Атиса, расположенные в пределах полей нормальных риолитов и плагиориолитов (поля 3 и 4) с редкими переходами к риодацитам и обогащенным кварцем деленитам.

В пределах натрий-риолитового поля очень компактной группой расположены породы Гехасара (Гегамское нагорье). Что касается пород Артени и Покр Сатанакар, то здесь вертикальный диапазон разброса фигуративных точек довольно заметный, что связано с изменениями суммы щелочей за счет увеличения калия и уменьшения натриевой составляющей.

Как видно из диаграммы $\pm Q : \text{AF} : \text{CI}$, эти изменения сопряжены с изменениями кислотности, что отражено в колебаниях нормативного кварца в обратном к изменениям щелочности порядке.

Не останавливаясь на деталях петрохимических особенностей риолитовых пород, следует обратить внимание на определенную петрохимическую зональность вулканических образований кислой магмы, обусловленную их связью с обособленными в пространстве локальными магматическими очагами небольших размеров.

Липаритовые лавы Армении
Вулкан Артени

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Si	71,1	71,8	67,0	62,8	70,7	70,9	69,6	68,9	71,6	74,2	67,7
Ti	—	—	0,1	—	—	0,1	—	—	—	—	0,1
Al	14,6	14,3	16,9	14,3	13,9	14,6	14,4	16,7	15,0	13,4	16,1
Fe ³⁺	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,7	—	0,8	1,0	0,7
Fe ²⁺	0,4	0,1	0,4	1,0	1,0	0,3	0,6	0,7	0,6	0,6	0,3
Mn	—	—	—	—	—	—	—	0,1	—	—	0,1
Mg	0,2	0,2	0,9	0,3	0,3	0,1	0,2	—	0,2	0,6	0,9
Ca	0,5	0,6	0,6	0,8	0,7	0,7	0,6	0,8	1,3	0,6	1,3
Na	7,6	6,0	8,4	7,8	7,5	7,3	10,5	7,6	5,3	4,8	9,4
K	5,3	6,6	5,4	5,7	5,5	5,7	3,2	5,0	5,2	4,7	3,2
P	—	0,1	0,1	0,1	0,1	—	0,1	0,1	—	—	0,1
Σ	99,9	100,0	99,9	100,0	99,9	100,0	99,9	99,9	100,0	99,9	99,9
±Q	+31,1	+32,6	+22,9	+25,8	+30,3	+30,4	+27,5	+31,8	+37,3	+43,6	+26,2
Or	26,5	33,1	27,0	28,5	27,6	28,7	16,0	25,0	26,0	23,3	16,2
Ab	38,0	30,2	41,9	39,0	37,7	36,6	52,5	36,1	26,5	24,2	47,2
An	2,7	2,8	2,7	2,2	1,9	3,3	1,8	3,2	6,7	3,2	5,8
Wo	—	—	—	0,4	0,5	—	0,1	—	—	—	—
En	0,3	0,3	1,8	0,7	0,7	0,1	0,4	—	0,3	1,3	1,8
Hu	0,6	0,1	0,7	3,3	1,0	0,3	0,4	1,4	0,3	0,3	0,9
Mi	0,2	—	0,1	0,2	0,2	0,4	1,1	—	1,1	1,5	—
Hm	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	0,7
Ap	—	0,1	0,3	0,1	0,1	—	0,1	0,3	—	—	0,1
C	0,6	0,2	2,0	—	—	0,1	—	2,5	1,8	2,6	1,0
AlF	64,5	63,3	68,9	67,5	65,3	65,3	68,6	61,1	52,5	47,5	63,4
F	67,2	66,1	71,6	69,5	67,2	68,6	70,4	64,0	59,2	50,7	69,2
Py	0,9	0,4	2,5	4,4	2,2	0,4	0,9	1,4	0,6	1,6	2,7
Cl	1,7	1,3	5,0	4,7	2,5	1,0	2,1	4,2	3,5	5,7	4,6
n	58,9	47,7	60,8	57,9	57,7	56,0	76,5	59,3	50,5	50,9	74,4
an	4,1	4,2	3,8	3,2	2,9	5,1	2,6	5,1	11,0	6,7	8,4
П	6,7	8,5	6,0	5,3	4,8	8,2	3,3	8,1	20,2	11,6	10,9
alk	96,2	95,7	95,8	94,4	95,9	95,9	95,8	94,0	89,0	94,0	90,7
f	76,9	45,0	36,0	78,6	78,6	91,7	85,7	100,0	88,9	71,0	55,5
wo	—	—	—	9,1	22,7	—	11,1	—	—	—	—
c	40,0	55,5	44,4	—	—	20,0	—	64,1	75,0	61,9	27,0

Мелкоочаговый риолитовый вулканизм Армении контролировался локальными блоками (площадью до первых сотен квадратных километров), локальными разрывами и локальными магматическими телами, в целом относимые к структурам VII порядка (И. Н. Томсон, М. А. Фаворская, Р. Г. Иванов и др., 1969):

Горизонтальная же зональность нормативно петрохимических особенностей базальтовых лав, рассмотренных выше, контролируется поперечными поднятиями блоков и ограничивающими их сквозными глубинными разломами (структуры IV—V порядка по классификации тех же авторов).

Петрохимические особенности базальтов Сюникского нагорья контролировались геохимическим обменом между базальтовой магмой и интрузиями гранитоидного состава в интроблоковом близповерхностном очаговом ареале. Доказательством этому является моногенный центральный тип базальтового вулканизма в этом районе и вынос лавами эналогенных хадалитов гранитоидного состава в сильно метаморфизированном виде.

Вулкан

Атис

Продолжение таблицы 12

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Si	68,4	68,4	65,8	66,7	64,4	66,9	68,6	65,9	69,2	69,6	68,7	69,7	70,8	68,9	69,6
Ti	0,1	—	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	—	0,1	0,2	0,2	0,2	—
Al	15,5	15,0	17,2	16,3	17,9	15,2	13,9	18,3	15,9	16,6	16,2	14,8	15,5	15,8	15,7
Fe ³⁺	0,1	0,7	—	0,5	1,7	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	0,3	0,9
Fe ²⁺	1,2	0,5	0,6	0,8	0,3	0,4	0,9	1,4	1,2	0,1	0,1	1,0	1,3	1,4	—
Mn	—	0,1	—	—	—	—	0,1	—	—	0,2	0,1	—	—	—	—
Mg	0,6	0,2	1,6	0,7	1,8	1,0	0,9	1,3	0,3	0,2	0,3	0,6	1,3	0,8	0,5
Ca	1,3	0,9	1,6	1,2	2,2	1,6	1,1	0,9	1,6	1,2	1,2	1,5	1,3	1,5	1,5
Na	7,9	8,3	8,2	8,2	7,5	8,1	7,9	7,1	8,3	6,9	7,4	5,1	3,6	6,7	6,4
K	4,8	5,9	4,7	5,5	3,8	5,4	5,1	3,5	2,0	3,9	4,5	5,9	4,9	4,4	5,3
P	0,1	—	0,1	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—
Σ	100,0	100,0	99,9	100,0	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	100,0	99,9	100,0	99,9
+Q	+26,5	+24,2	+21,6	+21,8	+14,1	+23,5	+26,9	+30,0	+34,1	+34,4	+29,0	+32,6	+40,7	+28,8	+30,6
Or	24,0	29,3	23,7	27,3	18,8	26,1	25,5	17,5	10,1	19,6	22,5	29,3	24,7	22,0	26,6
Ab	39,5	41,5	41,2	40,8	37,7	40,4	39,6	35,6	41,5	34,3	36,8	25,6	18,0	33,3	32,1
An	5,7	2,0	7,5	6,0	10,8	4,3	2,1	4,5	8,1	6,2	6,1	7,5	6,3	7,3	7,5
Wo	—	1,0	—	—	—	1,4	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—
En	1,2	0,4	3,3	1,3	3,7	2,1	1,8	2,7	0,7	0,4	0,7	1,2	2,6	1,6	0,9
Hy	2,3	0,6	1,2	1,2	0,7	0,9	0,8	1,6	1,2	0,6	0,4	0,8	1,6	2,5	—
Mt	0,1	1,0	—	1,2	—	—	1,8	1,7	1,8	—	—	1,9	1,5	0,5	1,4
Hm	—	—	—	—	1,7	1,2	—	—	—	1,2	1,3	—	—	—	—
Ap	0,1	—	0,1	—	—	—	0,3	0,3	—	—	—	—	—	—	—
C	0,5	—	1,3	0,3	2,2	—	—	5,9	2,3	3,3	3,1	0,8	4,4	3,8	0,9
AF	63,5	70,8	64,9	68,1	66,5	66,5	65,1	53,1	51,6	53,9	59,3	54,9	42,7	55,3	58,7
F	69,2	72,8	72,4	74,1	77,3	70,8	67,2	57,6	59,7	60,1	65,4	62,4	49,0	62,6	66,2
Py	3,5	2,0	4,5	2,5	4,4	4,4	3,5	4,3	1,9	1,0	1,1	2,0	4,2	4,1	0,9
Cl	4,3	3,0	6,0	4,1	8,6	5,7	5,9	12,4	6,2	5,5	5,6	4,9	10,3	8,6	3,2
n	62,2	71,3	63,5	52,2	66,7	60,7	60,8	67,0	80,3	63,7	62,0	46,6	42,1	60,2	54,7
an	8,2	13,7	10,3	7,2	16,0	6,7	3,2	7,8	13,6	10,3	9,4	12,0	12,8	11,6	11,3
П	12,6	4,6	15,4	12,8	22,2	9,7	5,0	11,2	15,3	15,3	14,2	22,3	25,9	17,9	18,9
alk	90,7	94,0	89,0	91,9	83,7	89,4	92,2	92,1	86,6	90,0	90,9	88,0	86,7	88,1	88,6
f	67,6	85,7	27,5	67,6	52,2	61,2	70,2	66,2	87,7	87,1	81,8	78,8	65,1	68,9	66,7
wo	—	50,0	—	—	—	31,8	25,7	—	—	—	—	—	—	—	—
c	12,5	—	22,4	10,7	33,3	—	—	57,8	54,7	76,7	73,5	28,5	51,1	48,1	50,0

Вулкан Гехасар								Вулкан Покр Сатанакар										
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Si	68,7	68,1	71,0	70,6	68,8	69,1	70,2	70,6	71,5	66,9	70,8	70,3	71,0	72,0	68,6	68,8	70,5	
Ti	—	0,1	0,1	—	—	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	—	
Al	15,4	15,9	14,5	13,5	17,2	15,4	15,4	15,5	15,7	16,5	14,0	14,1	15,2	15,2	15,5	14,9	15,5	
Fe ³⁺	0,8	0,4	0,4	1,0	0,8	0,3	0,1	0,6	0,7	1,3	0,8	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	
Fe ²⁺	0,3	0,4	—	0,7	0,3	0,7	0,4	0,5	0,5	0,5	0,8	1,0	—	—	—	1,6	—	
Mn	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	0,3	0,3	0,3	—	0,2	
Mg	—	2,1	0,2	0,2	—	0,4	0,1	0,3	0,3	1,8	—	—	1,1	0,4	0,1	—	1,2	
Ca	1,3	0,8	0,6	0,9	0,9	1,0	0,7	0,6	0,7	1,6	0,9	0,9	1,4	1,1	1,2	1,0	1,1	
Na	7,6	6,3	7,6	7,5	6,8	7,6	7,6	7,4	8,3	7,4	7,5	7,9	4,5	4,6	6,5	8,8	5,1	
K	5,7	5,8	5,5	5,5	5,1	5,2	5,4	4,4	2,2	4,0	5,0	5,4	5,6	5,8	6,9	4,0	5,7	
P	0,1	—	—	—	—	0,1	—	—	—	—	0,1	—	0,4	0,1	0,4	0,2	0,1	
Σ	99,9	99,9	99,9	99,9	100,0	99,9	100,0	99,9	99,9	100,0	99,9	99,9	100,0	100,0	100,0	99,9	100,0	
±Q	+24,2	+28,8	+30,3	+29,9	+30,9	+28,5	+29,5	+33,9	+38,5	+27,5	+30,3	+28,5	+41,0	+38,0	+26,7	+30,8	+35,8	
Or	28,5	29,1	27,2	27,7	25,6	26,0	27,0	22,2	11,2	20,1	24,8	27,0	28,1	29,0	34,5	20,1	27,8	
Ab	38,0	31,4	38,0	37,7	34,2	38,1	38,1	36,8	41,3	36,8	37,6	39,5	22,4	23,1	32,7	44,0	25,3	
An	5,1	4,2	3,1	1,0	4,2	4,8	3,3	2,7	3,6	7,8	3,6	2,0	3,8	5,1	2,4	1,1	4,6	
Wo	2,5	—	—	1,4	—	—	—	—	—	—	1,6	0,9	—	—	—	—	—	
En	—	4,3	0,4	0,4	—	0,8	0,1	0,6	0,6	3,6	—	—	2,3	0,7	0,2	—	2,4	
Hy	0,8	0,3	—	0,4	0,8	0,7	0,7	0,4	0,2	1,0	0,8	1,6	0,6	0,6	0,6	2,8	0,3	
Mt	—	0,7	0,7	1,5	—	0,4	0,1	0,9	1,1	—	1,2	0,5	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	
Hm	0,8	—	—	—	0,8	—	—	—	—	—	1,3	—	—	—	—	—	—	
Ap	0,1	—	—	—	—	0,1	—	—	—	—	0,1	—	1,1	0,1	1,1	0,4	0,1	
C	—	2,1	0,2	—	3,5	0,6	1,1	2,5	3,5	1,9	—	—	3,5	2,6	1,0	—	2,9	
AF	66,5	60,5	65,2	65,4	59,8	64,1	65,1	59,0	52,5	56,9	62,4	66,5	50,5	52,1	67,2	64,1	53,1	
F	71,6	64,7	68,3	66,4	64,0	68,9	68,4	61,7	56,1	64,7	66,0	68,5	54,3	57,2	69,6	65,2	57,7	
Py	3,3	4,6	0,4	2,2	0,8	1,5	0,8	1,0	0,8	4,6	2,4	2,5	2,9	1,3	0,8	2,8	2,7	
Cl	4,2	7,5	1,4	3,7	5,1	2,6	2,1	4,4	5,4	7,8	3,7	3,0	4,7	4,8	3,7	4,0	6,5	
n	57,1	51,8	58,2	57,6	57,1	59,5	58,5	62,4	78,6	64,7	76,3	59,4	44,3	44,4	48,6	68,6	47,6	
an	7,2	6,5	4,6	1,6	6,6	7,0	4,8	4,6	6,5	12,0	5,5	3,0	7,0	9,0	3,5	1,7	8,0	
П	11,8	11,8	7,5	2,5	10,9	11,2	7,9	6,8	8,0	17,5	8,7	4,8	14,5	18,1	6,8	2,4	15,3	
alk	91,1	93,8	95,6	93,5	92,9	92,7	94,9	95,1	93,7	87,7	93,2	93,6	87,8	90,3	91,8	92,7	90,7	
f	100,0	28,3	66,7	88,2	100,0	73,1	90,0	77,7	88,0	50,8	100,0	100,0	41,2	70,0	77,8	100,0	38,2	
wo	75,7	—	—	38,8	—	—	—	—	—	—	40,0	36,0	—	—	—	—	—	
c	—	31,3	33,3	—	77,8	28,6	57,9	14,7	81,4	29,2	—	—	54,7	66,7	55,5	—	51,8	

Анализ материала среднекислых родоначальных магм кварц-андезитового, латито-андезитового состава в направлении с северо-запада на юго-восток указывает на:

- постепенное повышение щелочности (повышение AF),
- постепенное уменьшение количества свободного кремнезема (+Q),
- постепенное понижение основности (CI),
- постепенное понижение кальциевой щелочности (An),
- слабое и непоследовательное повышение калиевой щелочности (Or) и понижение натриевой щелочности (n).

Все эти изменения указывают на петрохимическую специализацию среднекислых родоначальных магм генерируемых внутри поперечных тектоно-магматических блоков, представляющих относительно самостоятельные очаговые структуры.

Специфический состав ассоциации вулканических пород Арагацской области контролируется границами блока, расположенного внутри Транскавказского поперечного меридионального поднятия, по существу представляющего трансрегиональный мегаблок, простирающийся между Аравийским щитом на юге и Ставропольским на севере.

ЛИТЕРАТУРА

- Абовян С. Б., Багдасарян Г. П., Казарян Г. А., Карапетян К. И., Малхасян Э. Г., Меликсетян Б. М., Минацканян А. Х., Чибухчян З. О., Ширинян К. Г. Химические составы изверженных и метаморфических пород Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, 1962.
- Заварицкий А. Н. Описательная петрография. Литограф. изд. «Кубуч», 1929.
- Заварицкий А. Н. Введение в петрохимию изверженных горных пород. Изд. АН СССР, 1950.
- Карапетян С. Г. Особенности строения и состава новейших лаваритовых куполовидных вулканов Армянской ССР. Автореферат диссертации, М., 1968.
- Коллектив авторов. Геология Армянской ССР, т. IV. Петрография, Вулканические породы. Изд. АН Арм. ССР, 1970.
- Фаворская М. А., Томсон И. Н., Иванов Р. Г. и др. Роль блоковой тектоники в развитии Земной коры и верхней мантии и систематика магмо- и рудо-контролирующих структур. В кн. «Связь магматизма и эндогенной минерализации с блоковой тектоникой», М., изд. «Недра», 1969.
- Ширинян К. Г. Антропогенный вулканизм Армении. «Вопросы вулканизма», М., Изд. АН СССР, 1962.
- Ширинян К. Г. Петрохимические особенности молодого (верхнеплейстоценового) вулканизма Армении. Сб. «Петрохимич. особен. молодого вулканизма Армении». Изд. АН СССР, 1963.
- Ширинян К. Г. О возможных глубинных условиях ареального вулканизма Армении. Изв. АН Арм. ССР, серия «Науки о Земле», № 5—6, 1967.
- Ширинян К. Г. О петрохимических неоднородностях новейших (плио-плейстоценовых) вулканитов Армянской ССР. ДАН Арм. ССР, т. XLVIII, № 4.
- Gottini V. The TiO_2 Frequency in Volcanic Rocks. Geol. Rdsch. Band 57, heft 3, Stuttgart, 1968.
- Gottini V. Serial character of the volcanic Rocks of Pantelleria. Bull. volc. Tome XXXIII—3, 1969.
- Иванов Р. Един петрохимичен метод и модалната систематика на някои магмени скали. Изв. на геолог. Ин-т «Страшимир Димитров», кн. XI, София, 1962.
- Kuno H. High alumina basalt. Journal of petrology, v. 1, № 2, 1960.
- Nockolds, Allen R. The Geochemistry of Some igneous rocks series. Geochim. Acta, 5 (1954).
- Rittmann A. Determination of serial index of volcanic Rocks. Bull. Volcanolog., serie II, t. XIX, Napoly.