

ЛИТЕРАТУРА

1. Абовян С. Б. Геология и полезные ископаемые северо-восточного побережья озера Севан. Изд. АН АрмССР, 1961.
2. Абовян С. Б. Мафит-ультрамафитовые интрузивные комплексы офиолитовых поясов Армянской ССР. Изд. АН АрмССР, 1981.
3. Асланян А. Т., Сатиан М. А. Зангезурский офиолитовый пояс Малого Кавказа. Докл. АН АрмССР, т. LXV, № 4, 1977.
4. Золотов К. К. Месторождения хризотил-асбеста в гипербазитах складчатых областей. Недра, 1975.
5. Михайлов Н. П., Инякин М. В., Ляпичев Г. Ф., Москалева В. Н., Орлова М. П., Семенов Ю. Л., Шарков Е. В. Петрография Центрального Казахстана. Интрузивные формации основных и ультраосновных пород. Недра, т. II, 1971.
6. Москалева В. Н. Карта распространения ультрамафических и мафических формаций на территории СССР. Масштаб 1:19000000. Объяснительная записка. Изд. ВСЕГЕИ, 1982.
7. Паланджян С. А. Петрология гипербазитов и габброидов Севанского хребта. Изд. АН АрмССР, 1971.
8. Смолин П. П. Формационные типы гипербазитов и их минерогения. Докл. АН СССР, № 3, т. 155, 1964.
9. Пинус Г. В., Велицкий В. В. Альпийско-Гималайского складчатого пояса. Геология и геофизика, № 10, 1970.
10. Татевосян Т. Ш. Петрография основных и ультраосновных пород Амасийского района Армянской ССР, Известия АН АрмССР, серия геол. и геогр. наук, т. X, № 2, 1959.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XXXVIII, № 2, 28—36, 1985.

УДК : 552.313 : 551.781.79(479.25)

Ю. Г. ГУКАСЯН

ПЕТРОХИМИЯ ВЕРХНЕПЛИОЦЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ АРАГАЦКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО МАССИВА

Рассматриваются особенности химизма вулканитов, слагающих Арагацкий массив: выявляются четкие закономерности изменчивости петрогенных окислов в ходе эволюции вулканизма в целом и по отдельным его этапам. На основании детального анализа фактического материала делаются определенные петрологические выводы относительно генезиса известково-щелочной ассоциации вулканитов Арагацкого массива.

Для характеристики особенностей химизма вулканических образований Арагацкого массива использовано 165 полных силикатных анализов, из коих 120 авторские. Из этой совокупности анализов по петрографо-минералогическим и возрастно-вулканологическим признакам выделяются 11 групп пород, отражающих различные этапы вулканизма в геохронологической последовательности [2]. В таблице 1 приведены средние химические составы выделенных групп пород (единичные анализы незначительных порций кислых вулканитов первого этапа здесь не рассматриваются).

Анализы пересчитаны по методам А. Н. Заварицкого, Х. Куно, А. Ритмана и SIPW, из которых рассчитаны дополнительные петрохимические параметры σ , SI, DI (табл. 1).

Согласно классификации А. Н. Заварицкого [3, 4], изученные вулканические образования принадлежат к известково-щелочным ассоциациям тихоокеанского типа, характерным для орогенных областей.

Как видно из диаграммы А. Н. Заварицкого (рис. 1), фигуративные точки средних типов пород Арагацкого вулканического массива

составляет ряд от андезитов-базальтов через андезиты до дацитов включительно. Фигуративные точки располагаются между вариационными линиями Лассен-Пик и Этны, однако, основная часть их локализована между кривыми Лассен-Пик и Йеллоустонского парка.

Векторы средних составов однотипных пород Арагацкого массива, принадлежащих к различным этапам вулканизма, на обеих проекциях диаграммы незначительно отклоняются друг от друга, имея в целом почти одинаковое направление. Отмеченные устойчивые особенности свидетельствуют о том, что эти разновозрастные серии пород представляют единый вулканический комплекс, с одним циклом вулканической активности.

Сравнительный анализ и поэтапное рассмотрение петрохимических особенностей средних составов различных пород массива г. Арагац на диаграмме А. Н. Заварицкого (рис. 1) позволяют выявить следующие закономерности.

Базальты по сравнению с андезитов-базальтами занимают особое место, они намного ближе к меланократовым породам и относительно

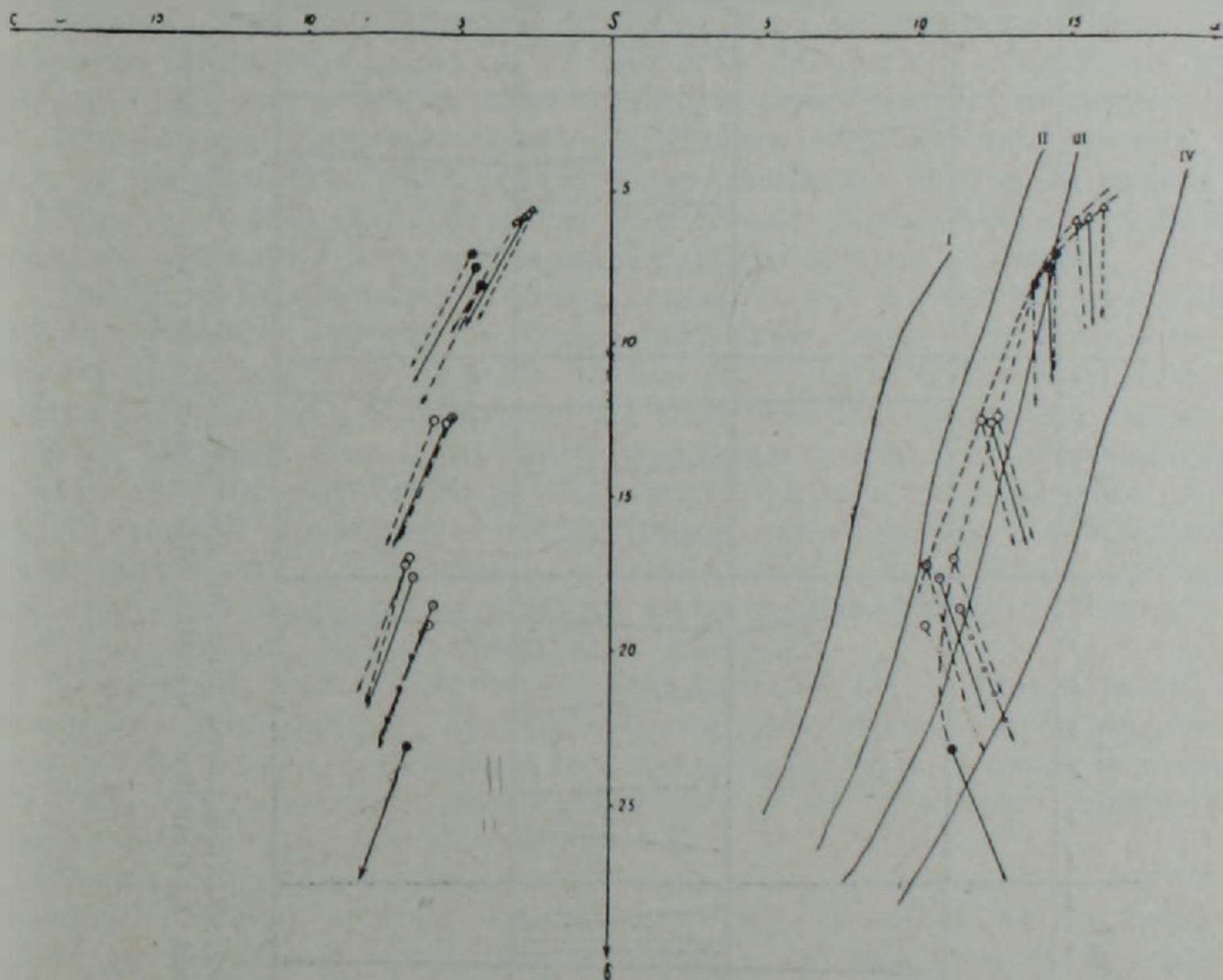


Рис. 1. Диаграмма А. Н. Заварицкого вулкаников Арагацкого массива—I-тип Пеле, II-тип Лассен-Пик, III-тип Йеллоустонский парк, IV-тип Этны.

Обозначение фигуративных точек: 1) Кружки—сплошные—средние составы базальтов, с точками—андезитов-базальтов, полые—андезитов, с крестиками—андезитов-дацитов. 2) Треугольники—средние составы дацитов. Характеристики средних составов вулкаников—стрелки; первого этапа—точки, второго этапа—пунктир, третьего этапа—штрих-пунктир, четвертого этапа—пунктир с кружочками, по различным этапам—сплошные линии.

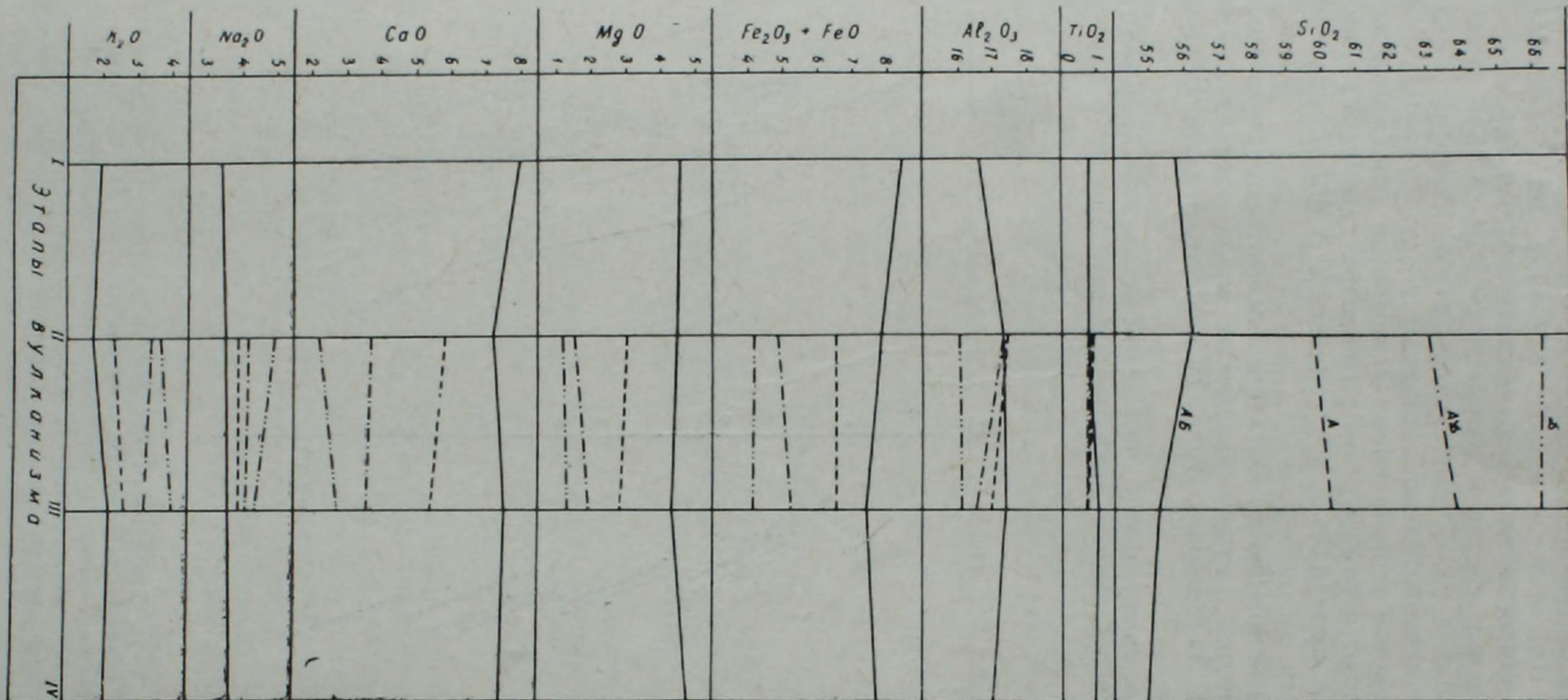


Рис. 2. Диаграмма Харкера для средних составов разнотипных и разновозрастных пород Арагацкого массива. АБ—андезито-базальт, А—андезит, АД—андезито-дацит, Д—дацит.

богаче щелочами. По своим петрохимическим особенностям они сходны с андезито-базальтами третьего этапа вулканизма.

Андезито-базальты начального и последнего этапов наиболее основные и относительно богаче феррическими составными частями, обнаруживая примерно одинаковую магнезиальность. Андезито-базальты промежуточных этапов более лейкократовые и обнаруживают одинаковую, а по сравнению с предыдущими, несколько меньшую магнезиальность.

Андезиты обоих (промежуточных) этапов вулканизма почти не отличаются по петрохимическим особенностям, если не считать незначительно повышенную щелочность пород третьего этапа.

Что касается кислых пород, то ясно видно, что андезито-дациты и дациты второго этапа имеют более кислый облик и относительно богаче щелочными алюмосиликатами по сравнению с таковыми третьего этапа вулканизма.

Анализируя особенности химизма разных серий вулканических образований в геохронологической последовательности, можно проследить следующий ход эволюции магмы разных этапов (рис. 1, 2).

Первый этап характеризуется излиянием однотипных андезито-базальтов, слагающих преобладающую часть продуктов данного этапа.

Второй этап представлен последовательно дифференцированной серией от андезито-базальтов до дацитов. Переход к андезитам происходит при резком возрастании кремнекислотности. Параллельно растет содержание щелочных алюмосиликатов, убывает анортитовая известь и сокращается MgO . Дальнейшая эволюция внутри данного этапа происходит при согласованном возрастании кремнекислотности, щелочности, убывания параметра «в» (андезито-дациты, дациты).

Третий этап, подобно второму, представлен последовательно дифференцированной серией, но более широкого диапазона составом—от базальтов до дацитов. Химизм базальтов характеризуется слабой недосыщенностью SiO_2 и повышенным содержанием щелочных алюмосиликатов. От базальтов к андезито-базальтам возрастает кремнекислотность и заметно уменьшается щелочность. Переход к андезитам и андезито-дацитам приводит к постепенному закономерному возрастанию кремнекислотности, щелочности, убыванию CaO , MgO , Al_2O_3 . Дальнейшая эволюция приводит к резкому возрастанию общей щелочности в основном за счет K_2O и появлению дацитов.

Четвертый этап является незавершенным (?) и представлен излияниями однообразных андезито-базальтов, которые по сравнению с теми же породами третьего этапа эволюционируют в сторону убывания SiO_2 , Al_2O_3 , возрастания MgO , $Fe_2O_3 + FeO$, при почти постоянной известковистости и щелочности (рис. 2).

Таким образом, рассмотрение особенностей химизма вулканигов Арагаца выявляет крайне сложную картину эволюции их составов. В целом, от первого к четвертому этапу эта эволюция носит антидромный характер, что выражается в заметном повышении основности и убывании кремнекислотности андезито-базальтов завершающего этапа, а также в появлении базальтов на третьем этапе. Вместе с тем, внутри каждого из этапов (кроме четвертого), происходит гомодромная смена вулканигов от андезито-базальтов (или базальтов) до андезито-дацитов, дацитов.

Общее поведение петрогенных окислов (тенденция повышения щелочности и понижения железа, магния, глиноземистости и известковистости по мере нарастания кремнекислотности пород в геохронологической последовательности) в ходе эволюции вулканизма в целом

Химический состав средних типов пород Арагацкого вулканического массива и некоторые петрохимические параметры

Тип породы	Этап	Кол-во анализов	О к с л ы													Сумма	Б	SI	DI
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	H ₂ O	п.п.п.	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅				
Б	III	17	50,50	1,12	17,97	5,77	3,69	0,17	8,80	5,99	0,18	0,30	3,92	1,67	0,32	100,35	4,2	20,1	43,05
А-Б	I	5	55,73	0,76	16,56	3,70	4,71	0,06	7,97	4,55	0,20	0,23	3,38	1,95	0,11	99,91	2,2	17,3	46,34
	II	24	56,23	0,72	17,28	4,08	3,74	0,07	7,20	4,43	0,19	0,61	3,50	1,72	0,13	99,90	2,1	17,9	47,97
	III	12	55,30	1,06	17,86	4,27	3,12	0,12	7,52	4,32	0,42	0,48	3,54	2,24	0,10	100,35	2,7	17,3	49,26
	IV	8	54,96	0,91	17,00	4,85	2,84	0,13	7,46	4,74	0,17	0,77	3,69	2,15	0,21	99,89	2,9	18,4	49,11
А	II	22	59,75	0,89	17,47	3,14	3,37	0,08	5,77	3,02	0,22	0,16	3,88	2,38	0,13	100,26	2,3	14,0	58,19
	III	20	60,14	0,72	16,95	3,35	3,17	0,10	5,38	2,86	0,31	0,39	3,87	2,67	0,22	100,13	2,5	13,4	60,40
А-Д	II	18	63,01	0,83	17,33	3,08	1,76	0,10	3,69	1,52	0,12	0,87	4,18	3,44	0,13	100,06	2,9	8,6	71,36
	III	11	63,74	0,69	16,49	3,51	1,69	0,08	3,54	1,91	0,23	0,90	4,09	3,21	0,09	100,17	2,6	10,6	71,18
Д	II	11	66,21	0,71	16,04	2,85	1,29	0,05	2,15	1,21	0,35	0,85	4,92	3,64	0,09	100,36	3,2	7,5	80,63
	III	13	66,08	0,68	16,09	2,46	1,64	0,05	2,69	1,28	0,12	0,35	4,32	4,00	0,05	99,81	3,0	7,8	78,51
А-Б ср.			55,77	0,83	17,29	4,21	3,55	0,09	7,39	4,47	0,24	0,57	3,53	1,92	0,13	99,99	2,3	17,8	48,11
А ср.			59,93	0,80	17,22	3,24	3,28	0,09	5,58	2,95	0,26	0,27	3,87	2,52	0,17	100,18	2,4	13,8	59,37
А-Д ср.			63,29	0,42	17,01	3,24	1,73	0,09	3,63	1,67	0,16	0,88	4,14	3,35	0,11	99,73	2,8	9,4	71,25
Д ср.			66,14	0,70	16,07	2,64	1,48	0,05	2,44	1,25	0,23	0,58	4,60	3,84	0,07	100,09	3,1	7,7	79,32

Примечание: Б—базальт, А-Б—андезито-базальт, А-Д—андезито-дацит, Д—дацит. Анализы образцов, по которым выведены средние значения, выполнены в химической лаборатории ИГН АН АрмССР аналитиками Чаталян С. Г., Гаспарян З. Ш., Оганесян Л. А., Еганян Э. Г. Параметры: показатель родства σ по [7], индекс затвердевания SI по [6], индекс дифференциации DI по [8].

может указывать на глубинную кристаллизационную дифференциацию исходной магмы.

По классификации А. Ритмана [7] вулканические образования Арагацкого массива, за исключением базальтов, относятся к тихоокеанскому (известково-щелочному) ряду со средним и слабым характером родственных групп. Из таблицы 1 видно, что средние величины показателя родства (σ) закономерно возрастают от андезито-базальтов к дацитам, варьируя в пределах от 2,3 до 3,1. Причем, кислые вулканы слабее проявляют характер родственной группы в тихоокеанском ряду.

Базальты по среднему показателю родства ($\sigma_{\text{ср.}} = 4,2$) относятся уже к атлантическому ряду, обнаруживая при этом переходный характер родственной группы. В составе их появляется нормативный оливин, тогда как в андезито-базальтах (и более кислых породах) постоянно присутствует нормативный кварц. Особое положение базальтов в изученных сериях вулкаников подтверждается также расположением фигуративных точек из среднего состава на диаграмме оливин-диопсид-гиперстен-кварц в поле оливиновых толентов по Г. Йодеру и К. Тилли [5], в то время как андезито-базальты и андезиты располагаются в поле кварцевых толентов.

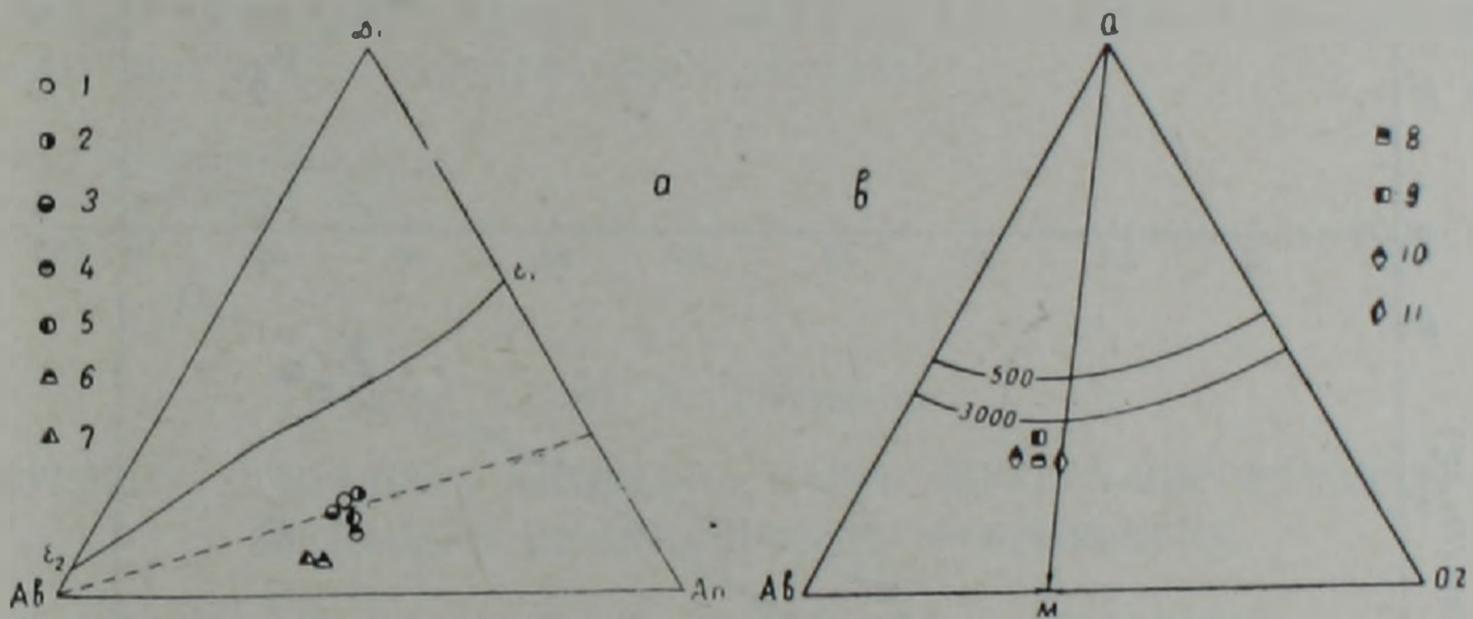


Рис. 3. Средние нормативные составы основных и средних пород Арагацкого массива на диаграмме альбит-анортит-диопсид (а), 1—базальтов; 2, 3, 4, 5—андезито-базальтов первого, второго, третьего и четвертого этапов вулканизма соответственно; 6, 7—андезитов второго и третьего этапов соответственно. Составы кислых пород на диаграмме альбит-ортоклаз-кварц (в); 8, 9—андезито-дацитов второго и третьего этапов соответственно; 10, 11—дацитов второго и третьего этапов соответственно.

Анализ особенностей кристаллизации расплавов различных составов и их сравнение с ходом кристаллизации в экспериментально изученных системах дают следующие результаты: на диаграмме альбит-анортит-диопсид (рис. 3а) фигуративные точки средних составов основных и среднекислых пород ложатся в плагиоклазовом поле и в общем локализируются вокруг изобары, соответствующей условиям кристаллизации при $P_{H_2O} = 5$ кбар. Отмечается также, что базальты и андезито-базальты раннего и завершающего этапов ложатся на ту же изобару и содержат больше диопсидового компонента, тогда как андезито-базальты промежуточных этапов несколько смещены, а андезиты значительно отклоняются от указанной изобары к линии альбит-анортитовой эвтектики, причем последние приближаются также к альбитовому углу диаграммы.

На диаграмме $Ab-Og-Q$ (рис. 3в) кислые вулканиты довольно четко локализируются в полевошпатовой части диаграммы, тяготея, однако, к альбитовому ее углу, располагаясь влево от линии QM , отражая существенно натриевый состав нормативных полевых шпатов.

По индексу лейкократовости [8] выделенные нами серии вулкани- тов довольно четко отличаются друг от друга (табл. 1). Значение DI закономерно и постепенно повышается в каждом этапе от основных пород к кислым дифференциатам, варьируя от 43 до 80,6. На диаграм- ме рис. 4а, отражающей зависимость между индексом дифференциа- ции и нормативным анортитом в различных сериях пород, четко вид- на обратная пропорциональность между ними: по мере понижения нормативного анортита от основных к кислым фракционатам законо- мерно повышается сумма кали-натриевых полевых шпатов и кварца.

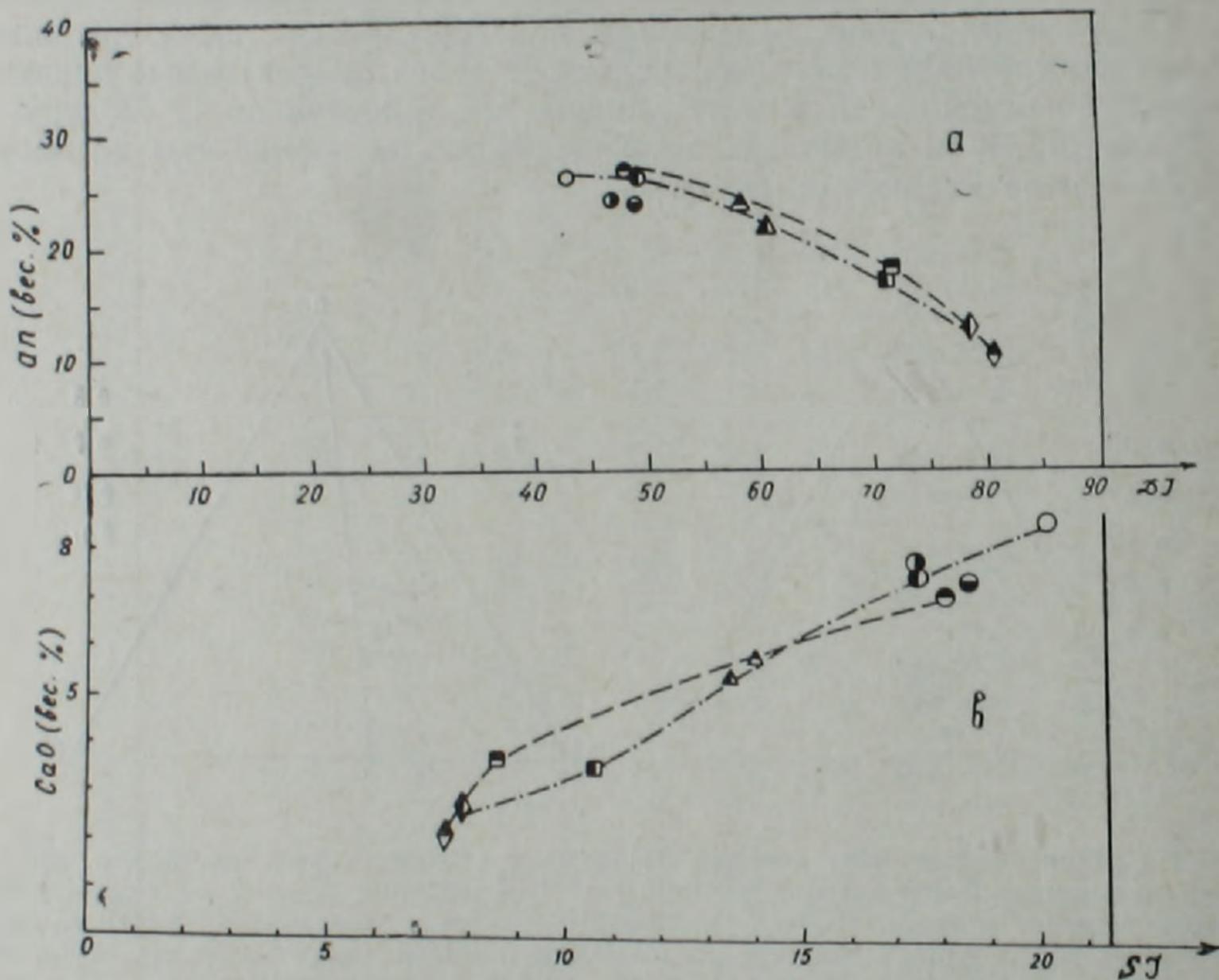


Рис. 4. Диаграммы зависимостей между индексом дифференциации и содержанием нормативного анортита (а) и между индексом затвердевания и CaO (в) вулканигов Арагацкого массива. Пунктир—кривые зависимости для II этапа, штрих-пунктир— для III этапа вулканизма. Остальные условные знаки те же, что и на рис. 3.

Прямолинейная закономерная зависимость наблюдается также между индексом затвердевания (SI) Х. Куно [6] и известковистостью различных типов пород комплекса, отраженной на диаграмме рис. 4в. Здесь четко видно закономерное и постепенное уменьшение значения SI от базальтов (20,1) к дацитам (7,5) при постепенном понижении CaO в породах в том же направлении. При этом, для второго этапа вулканизма CaO резко убывает на отрезке от андезито-дацитов до да- цитов и для третьего этапа резкий изгиб наблюдается на отрезке от андезито-базальтов до андезито-дацитов.

Всесторонний анализ эволюции химизма вулканических образова- ний Арагацкого массива позволяет сделать следующие выводы:

1. Разновозрастные серии пород Арагацкого вулканического массива представляют единый вулканический комплекс, связанный с одним циклом вулканической активности.

2. Изученные вулканические образования по классификации А. Н. Заварицкого принадлежат к характерным для орогенов известково-щелочным ассоциациям тихоокеанского типа.

3. Общее поведение петрогенных окислов в ходе эволюции вулканизма указывает на глубинную кристаллизационную дифференциацию исходной магмы, которая идет в известково-щелочном боуеновском тренде, свойственном орогенным формациям.

4. Эволюция состава вулканитов Арагацкого массива крайне сложная: в целом от первого к четвертому этапу, на котором проявляются более основные андезито-базальты, она носит антидромный характер, что связано скорее всего с возрастанием степени плавления исходного субстрата. Вместе с тем, внутри первых трех этапов создаются условия для последовательной дифференциации и гомодромной смены вулканитов от андезито-базальтов (или базальтов) до андезито-дацитов и дацитов.

5. Базальты по сравнению с андезито-базальтами занимают особое место и по своим петрохимическим параметрам стоят ближе к андезито-базальтам третьего этапа и, как ранее указывалось нами [1], могут быть рассмотрены как обогащенные кумулятивными фазами расплавы андезито-базальтового состава.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 24.10.1984.

ՅՈՒ. Գ. ՂՈՒԿԱՍՅԱՆ

ԱՐԱԳԱՏԻ ՀՐԱԲԵՒԱՅԻՆ ԶԱՆԳՎԱՏԻ ՎԵՐԻՆ ՊԼԻՈՑԵՆ-ՉՈՐՐՈՐԴԱԿԱՆԻ
ՀՐԱԲԵՒԱՅԻՆ ԱՌԱՋԱՑՈՒՄԵՆԵՐԻ ՊԵՏՐՈՔԵՄԻԱՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածում բերված են Արագածի հրաբխային առաջացումների քիմիական կազմի առանձնահատկությունները, ինչպես նաև հրաբխականության զարգացման ընթացքում պետրոգեն տարրերի քանակական փոփոխությունների բնույթը տարրեր տիպի ապարներում: Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ հրաբխային տարրեր էտապների պատկանող ապարների էվոլյուցիան կրում է անտիդրոմ բնույթ, մինչդեռ էտապների ներսում այն հոմոդրոմ է: Հրաբխային տարրեր կազմի ապարներն իրենց ծագմամբ կապված են անդեզիտառադալտային կազմի առաջնային հալոցքի հետ, իսկ ապարների բազմապատկան զլիտավոր պատճառը մագմատիկ դիֆերենցիացիան է:

YU. G. GHUKASIAN

THE PETROCHEMISTRY OF ARAGATZ VOLCANIC MASSIF UPPER
PLIOCENE—QUATERNARY VOLCANOGENOUS FORMATIONS

A b s t r a c t

The Aragatz volcanic formations chemical composition peculiarities as well as the petrogenetic elements quantitative variations character

during volcanism evolution are brought in this paper. The investigation has shown the different volcanic stages rocks chemical composition evolution to be of an antidrome character while within the limits of every stage it is of a homodrome one. Various volcanic rocks are connected with an andesite basaltic primary magma and the diversity of rocks is conditioned by the magmatic differentiation.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гукасян Ю. Г., Ширинян К. Г.* Базальтовый вулканизм северного склона массива г. Арагац. Зап. Арм. отд. ВМО, вып. 9, Изд. АН АрмССР, Ереван, 1978.
2. *Гукасян Ю. Г.* Закономерности формирования и минералого-геохимические особенности новейших вулканических образований массива вулкана Арагац. В сб.: Мезозойский и кайнозойский вулканизм и связанные с ними полезные ископаемые (тезисы докладов на V Всесоюзном вулканологическом совещании). Изд. Мецниереба, Тбилиси, 1980.
3. *Заварицкий А. Н.* Введение в петрохимию изверженных горных пород. М.—Л., Изд. АН СССР, 1950.
4. *Заварицкий А. Н.* Изверженные горные породы. М., Изд. АН СССР, 1961.
5. *Йодер Г. Тилли К. Э.* Происхождение базальтовых магм. М., Мир, 1965.
6. *Куно Х.* Серии изверженных пород. В кн.: Химия земной коры, т. 2, М., Наука, 1965.
7. *Ритман А.* Вулканы и их деятельность. М., Мир, 1964.
8. *Thornton C. P., Tuttle O. F.* Chemistry of igneous rocks, I. Differentiation indexes Amer. Journ. of science, v. 258, № 9, 1960.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XXXVIII, № 2, 36—41, 1985.

УДК:553.62(479.25)+666.122.2

А. И. КАРАПЕТЯН, О. П. ГЮМДЖЯН, Э. М. НАЛБАНДЯН

ОБ ОБНАРУЖЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОПАЛИТОВ—НОВОГО ВИДА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ КРЕМНЕЗЕМА

Статья посвящена выявлению в пределах Сисианского райсна Армянской ССР месторождения высокотехнологичных кремнеземистых руд. Приводятся заключения о технологических испытаниях, проведенных в ИОИХ АН Армянской ССР, согласно которым выявленные руды могут быть использованы для получения различных гидросиликатов, искусственного волластонита, хрусталя, двуокиси кремния особой чистоты электровакуумного, сортового и тарного стекла, в производстве цемента и др. отраслях промышленности.

Изыскание высококачественного сырья кремнезема для производства различных гидросиликатов, искусственного волластонита, двуокиси кремния особой чистоты, электровакуумного, сортового и тарного стекла является важной проблемой, стоящей перед геологическими организациями республики. Она связана с возрастанием роли гидросиликатов различных металлов и волластонита во многих новейших отраслях промышленности. В связи с бурным ростом оптического и электронно-оптического приборостроения с каждым годом становится более актуальной проблема изыскания сырья для получения двуокиси кремния особой чистоты. В республике еще не получили удовлетворительного решения такие вопросы, как изыскание сырья для получения комплексной шихты для стекольной промышленности, активной