Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 1, 15—21, 1977

УДК 552.23.11

С. А. ПАЛАНДЖЯН, М. А. САТИАН, Ж. О. СТЕПАНЯН

К ПЕТРОХИМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ВУЛКАНИТОВ ОФИОЛИТОВЫХ СЕРИЙ МАЛОГО КАВКАЗА

Среди компонентов региональных офиолитовых серий вулканиты, и прежде всего петрохимические их особенности, остаются наименее изученными. Между тем трудно переоценить их значение для палеотектонической типизации офиолитов [13]. Авторы учитывают проблематичность представлений о формировании и эволюции офиолитов и рассматривают полученные результаты лишь как начало специальных исследований, преследующих цель реконструкции обстановки накопления офиолитовой ассоциации.

В основу сообщения положены авторские материалы. Представительный материал был собран по обоим офиолитовым поясам—Севанскому и Вединскому (Еревано-Ордубадскому). Использованы также анализы, опубликованные А. Х. Мнацаканян и С. Б. Абовяном [1, 9].

Вулканические породы ассоциируют с радиоляритами и другими кремнистыми породами, что является основанием для отнесения их к кремнисто-вулканогенному типу формаций [12]; в петрографических исследованиях эти породы рассматриваются как спилит-диабазовая формация [10]. Мы не будем касаться довольно широко обсуждаемого вопроса о стрсении и возрасте вулканогенно-осадочных комплексов офиолитовых серий региона [1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12], поскольку в нашу задачу входит обсуждение лишь вопросов петрохимии вулканитов.

Прежде всего подчеркнем преобладание среди вулканитов Севанского хребта базальтовых и андезито-базальтовых разностей, более кислые разности с содержанием SiO_2 до 58,5% относятся к кварцевым диабазам с переменным количеством модального кварца. Следует также обратить внимание на развитие в кровле кремнисто-вулканогенной формации таких пород, как кератофиры, туфы альбитизированных дацитов. Имеющиеся анализы (табл. 1) представительно характеризуют главные типы вулканогенных пород, сравнительно более детально изучены кварцевые диабазы, локально развитые в районе сс. Караиман, Кясаман.

Принадлежность вулканитов к толеитовой или известково-щелочной серии (в понимании А. Миасиро) может быть выяснена по соотношениям SiO_2—FeO^+/MgO и FeO^+—FeO^+/MgO (здесь и далее FeO^+ — сумма закиси и окиси железа, приведенная к FeO). Как видно из диаграмм (рис. 1—Б и В)[1], подавляющее большинство севанских вулкани-

[1] В диаграммах на рис. 1—5 использованы содержания компонентов в пересчете на «безводный» состав.

тов располагается в поле развития толеитовых серий; несколько отклоняются от этой закономерности кварцевые диабазы. По ряду особенностей эволюции химизма (изменение содержаний SiO_2, FeO^+ при фракционной кристаллизации) севанские толеиты сходны с вулканита-

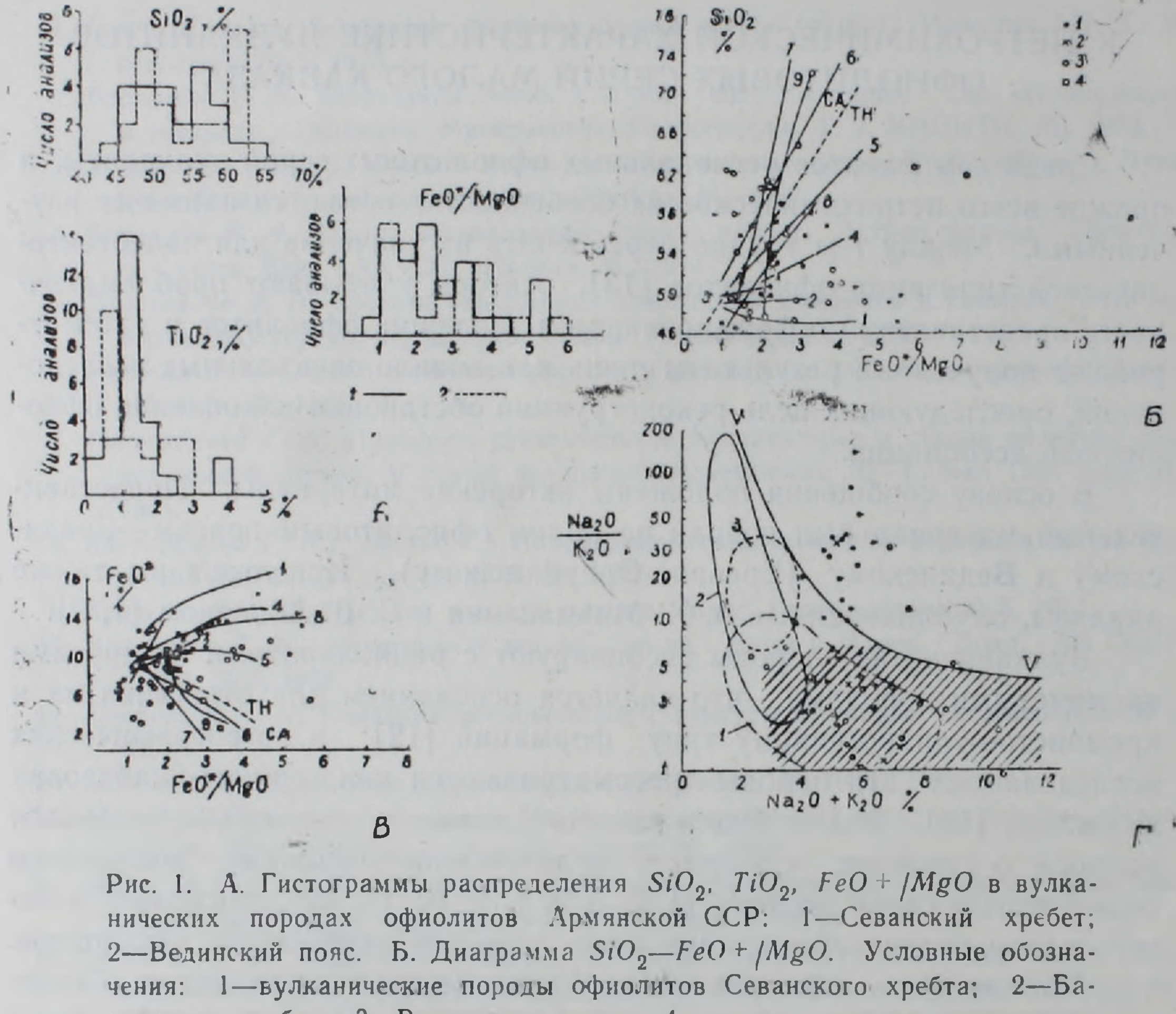

Рис. 1. А. Гистограммы распределения SiO_2, TiO_2, $FeO+/MgO$ в вулканических породах офиолитов Армянской ССР: 1—Севанский хребет; 2—Вединский пояс. Б. Диаграмма SiO_2—$FeO+/MgO$. Условные обозначения: 1—вулканические породы офиолитов Севанского хребта; 2—Базумского хребта; 3—Вединского пояса; 4—средние составы верхнемеловых вулканитов Северной Армении [9]. Вариационные линии базальтоидных серий: 1—Скаергаард; 2—о-в Макаулей (Кермадекский архипелаг); 3—абиссальные океанические толеиты; 4—о-в Мияке (о-ва Идзу. Япония); 5—о-в Тофуа (арх. Тонга); 6—вулкан Асама (Япония); 7—вулкан Амаги (Япония); 8—вулканиты севанских офиолитов; 9—верхнемеловые вулканиты Северной Армении. Пунктирная линия—граница между известково-щелочными (CA) и толеитовыми (TH) сериями (по А. Миасиро). В. Диаграмма $FeO+$—$FeO+/MgO$ (условные обозначения рис. 1—Б). Г. Диаграмма Na_2O/K_2O—(Na_2O+K_2O) (условные обозначения рис. 1—Б). Поля развития вулканических пород: 1—островных дуг; 2—толеитов Исландии; 3—абиссальных океанических толеитов; заштриховано поле развития щелочных базальтоидов.

ми некоторых островных дуг, находящихся по А. Миасиро на ранних стадиях развития и отличающихся высокой активностью вулканических процессов (архипелаги Тонга, Бонин, Кермадек). От абиссальных океанических толеитов [13] севанские базальтоиды отличаются несколько большими интервалами максимумов частоты распределе-

ния SiO_2 (45—58 против 47—51%), FeO^+/MgO (1,0—3,5 против 0,8—2,1%). С другой стороны, по содержанию такого важного диагностического компонента, как TiO_2, рассматриваемые базальтоиды аналогичны абиссальным толеитам, обладая резким максимумом в интервале содержаний 1,0—1,5%. Большая близость химизма абиссальных океанических толеитов и толеитов «незрелых» островных дуг затрудняет отнесение севанских вулканитов к одной из этих групп; независимо от этого очевидна их принадлежность к «примитивным» толеитам, характеризующим ранние стадии эвгеосинклинального развития.

Важной особенностью вулканических пород рассматриваемой серии является метаморфизованность в зеленосланцевой и цеолитовой фациях, отражающаяся в парагенезисах минеральных новообразований и химизме. Метаморфизм низких ступеней характеризуется высокой подвижностью щелочей, что позволяет применять для его выявления некоторые специальные диаграммы. На диаграмме $(Na_2O+K_2O)—Na_2O/K_2O$ (рис. 1—Г) большинство севанских базальтоидов принадлежит к метаморфизованным разностям, судя по расположению точек выше кривой V—V—верхней границы величин Na_2O/K_2O для неметаморфизованных вулканических пород всех формационных типов [13]. Независимо от колебания петрохимических параметров и содержания главных компонентов, вулканогенные породы офиолитов Севанского хребта отличаются малыми вариациями суммы Na_2O+K_2O— обычно в пределах 4,5—6,0% (в «безводном» составе) при значительном изменении величин отношений Na_2O/K_2O--от 4 до 100 и более. Это обстоятельство отражает вынос K_2O при метаморфизме: в случае значительного привноса Na_2O имело бы место параллельное увеличение как отношения Na_2O/K_2O, так и суммы щелочей, чего в действительности не наблюдается.

На диаграмме $(Na_2O+K_2O)—SiO_2$ (рис. 2—А), где границей между щелочными и толеитовыми (включая известково-щелочные) в общепринятом смысле сериями является линия Макдональда-Кацуры (МК), эмпирически установленная ранее для гавайских вулканитов, севанские базальтоиды проектируются неширокой полосой точек, параллельной оси SiO_2 и разделенной линией МК на две части. Подавляющая часть пород поля «щелочных» базальтоидов представлена в действительности спилитами и другими сильно измененными разностями с высокой потерей при прокаливании; между тем в поле толеитовых пород располагаются базальтоиды с потерей при прокаливании менее 5% и сохранившие первичную структуру (диабазовую, интерсертальную и др.). Следовательно, для метаморфизированных вулканитов офиолитовой ассоциации реальный смысл линии МК менее однозначен и выражается не только в обособлении щелочных серий, но в данном случае спилитов и других интенсивно метаморфизованных пород от менее измененных разностей. Севанские вулканиты не содержат щелочных пироксенов и нефелина и не могут быть отнесены к щелочным базальтоидам; нормативный нефелин рассчитывается лишь для некоторых ана-

лизов спилитов, отличающихся очень высокими величинами потерь при прокаливании (включая CO_2), т. е. сильно измененных, в которых нарушена пропорция между кремнеземом и другими компонентами.

Характерной чертой метаморфизма севанских базальтоидов является повышение отношения Na_2O/CaO (рис. 2—Б), что присуще процессу спилитизации. Диаграмма выявляет пониженную калийность также и

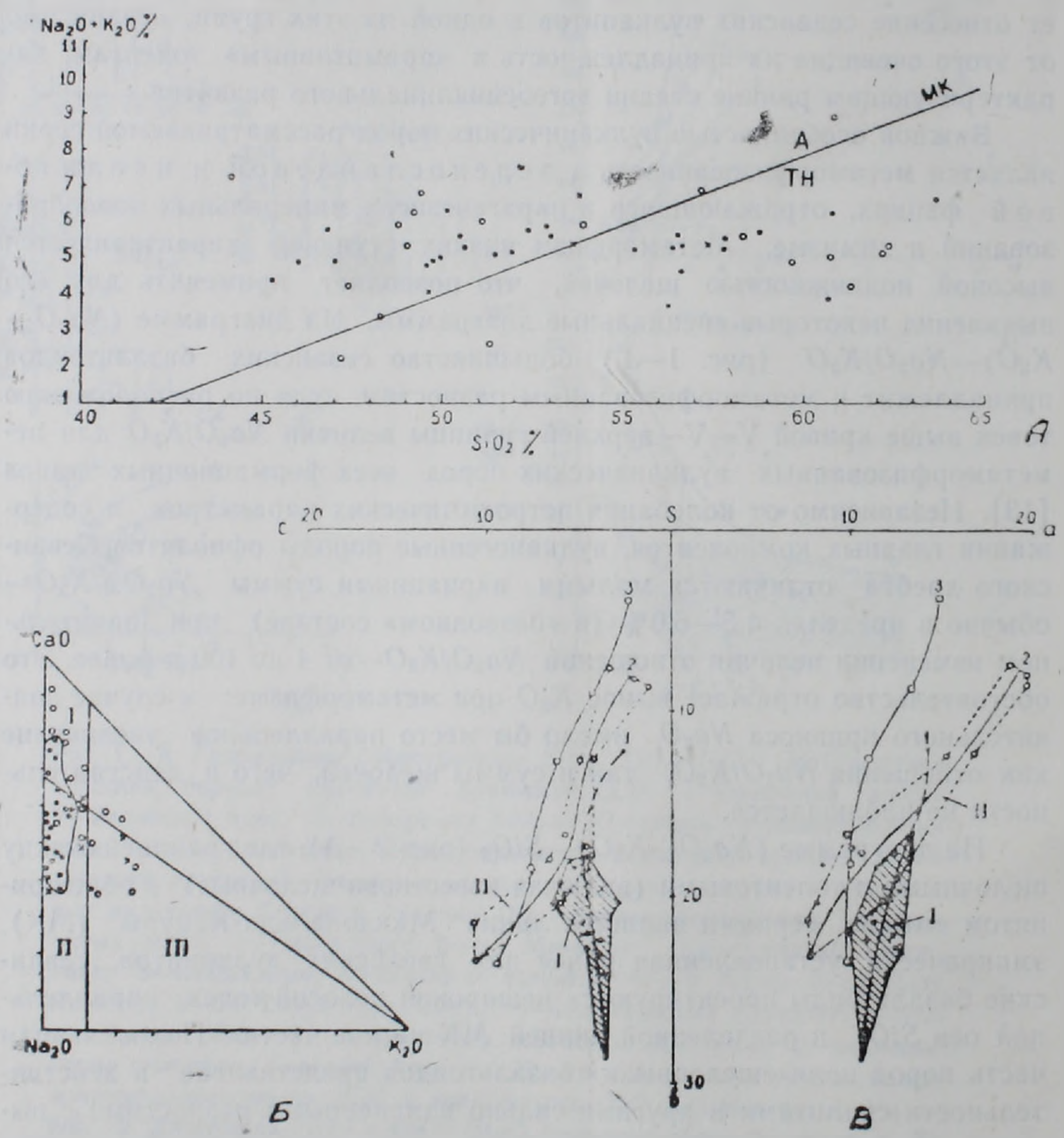

Рис. 2. А. Диаграмма $(Na_2O+K_2O)-SiO_2$ (условные обозначения рис. 1—Б). Линия МК разделяет щелочные (А) серии от толеитовых (ТН). Б. Диаграмма $CaO—Na_2O—K_2O$ для базальтоидов (условные обозначения рис. 1—Б). Пселя (по А. А. Маракушеву [8]): I—первичные раннегеосинклинальные толеитовые базальты; II—спилиты; III—натровые щелочные базальты. Очерчен ареал развития фигуративных точек севанских вулканитов. В. Диаграмма по А. Н. Заварицкому [4] для слабо измененных вулканитов офиолитов Армянской ССР (условные обозначения рис. 1—Б). Вариационные линии: 1—севанские вулканиты; 2—вединские вулканиты; 3—верхнемеловые вулканиты Северной Армении [9]. I—ареал развития фигуративных точек севанских вулканитов; II—то же, вединских вулканитов.

Таблица 1

Химический состав вулканических пород офиолитовых серий Армянской ССР

№ пп	№ обр.	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	CO_2	Вл.	П.п.п.	Сумма
1	Г—36/6а	41,20	3,48	19,18	3,00	9,65	н. об.	6,72	3,74	3,20	0,80	н. об.	—	1,24	7,12	99,33
2	Г—10/1	42,14	1,05	15,07	11,59	1,27	0,82	6,45	8,47	3,60	0,90	0,23	—	1,52	7,49	100,60
3	Г—10/16	42,19	1,25	20,35	11,20	1,14	0,71	6,09	2,07	3,70	0,70	н. об.	4,49	2,10	3,13	99,42
4	667	44,02	0,42	12,95	2,95	5,31	0,16	16,04	7,55	3,90	0,65	сл.	—	0,86	4,31	99,12
5	5023	44,70	1,25	12,64	4,20	5,10	0,21	13,06	3,96	4,32	0,12	—	—	1,46	8,00	99,02
6	639	46,22	1,38	11,51	7,29	6,91	0,37	6,72	6,00	4,70	0,13	0,13	6,12	0,57	2,53	100,58
7	Г—10/266	47,08	1,02	20,35	6,88	3,17	0,15	10,01	1,82	4,40	0,15	н. об.	3,78	0,30	1,50	100,61
8	Г—23/3	48,07	3,48	15,65	11,85	3,02	н. об.	3,50	2,54	4,80	1,30	1,82	—	0,56	3,78	100,37
9	632	48,39	2,25	16,34	3,68	12,38	0,51	3,08	3,58	4,90	0,43	0,34	2,28	0,24	1,27	99,67
10	7029	49,54	1,40	16,84	3,56	7,40	0,14	4,86	4,50	5,18	0,01	—	—	0,57	5,40	99,43
11	910	50,13	1,52	13,39	4,12	8,11	0,22	7,18	7,67	4,25	0,75	0,07	—	0,15	2,88	100,44
12	1997	50,47	1,40	14,20	3,78	6,39	0,07	9,39	6,35	4,45	0,55	0,18	—	н. об.	2,36	99,59
13	37—б	50,80	1,30	14,92	5,82	6,46	0,21	6,96	3,84	5,40	0,24	—	—	сл.	3,45	99,40
14	336	51,21	1,21	17,26	7,25	5,47	0,66	3,78	5,23	5,50	0,11	0,13	н. об.	0,13	1,52	99,46
15	729	51,81	0,60	15,00	3,19	6,91	0,33	5,02	5,70	4,70	0,13	0,09	5,06	0,24	1,60	100,38
16	1981	52,91	1,15	13,72	3,12	7,48	0,09	3,42	6,91	4,45	0,42	0,09	—	1,25	4,89	99,90
17	1988	52,96	0,97	14,46	2,97	9,51	0,10	5,46	3,91	3,14	0,32	0,32	—	1,25	4,40	99,77
18	1977	53,59	1,03	13,94	3,22	6,73	0,07	5,96	5,64	4,00	0,38	0,09	—	0,47	4,29	99,41
19	37—а	55,18	1,54	15,85	5,74	5,42	0,21	4,21	3,94	5,40	0,07	—	—	0,58	2,39	100,53
20	75	55,64	0,90	12,98	4,74	4,74	0,12	6,49	3,60	5,20	0,16	сл.	—	0,95	4,76	100,28
21	30	55,80	0,75	13,00	6,30	7,20	н. об.	4,15	4,00	4,80	0,24	0,13	2,52	0,13	1,60	100,62
22	97	58,19	1,44	13,94	3,99	6,32	0,18	3,66	4,33	3,60	0,17	0,07	—	0,69	4,07	100,65
23	909	58,42	1,37	13,56	1,64	7,18	0,21	4,12	3,17	5,90	0,17	0,23	—	0,81	4,06	100,84
24	Г—10/22	63,22	0,29	18,81	3,33	1,15	0,18	2,21	3,24	6,50	0,04	0,17	н. об.	0,13	1,38	100,65
25	1826	47,20	0,24	17,42	10,30	1,44	0,53	6,20	7,80	2,70	1,10	0,13	2,57	0,60	2,38	100,61
26	1822	49,60	0,30	19,54	8,83	1,65	0,22	5,53	3,99	3,90	2,90	н. об.	н. об.	0,48	3,48	100,42
27	1953	50,57	1,65	16,00	5,08	3,33	0,07	6,85	3,37	3,36	2,95	0,80	—	0,57	5,12	99,72
28	А 4/6	52,39	1,55	16,85	8,09	3,06	0,42	5,08	4,56	4,20	1,10	0,46	н. об.	0,53	2,07	100,36
29	1765	55,50	0,18	17,43	9,19	1,51	0,22	3,01	4,20	5,00	0,15	0,25	1,38	0,26	2,18	100,46
30	232	45,28	2,51	16,09	10,26	1,30	сл.	8,59	2,26	4,30	1,50	0,03	—	—	7,81	99,93
31	В—1/55	46,80	2,12	14,46	7,90	4,61	н. об.	6,88	7,62	3,00	2,06	—	—	2,42	2,80	100,67
32	В—1/87	46,90	2,74	14,26	5,33	5,04	н. об.	6,45	7,80	5,05	1,38	—	0,80	0,88	3,92	100,55
33	300/38	49,05	1,89	13,62	10,13	0,87	0,20	8,57	2,63	6,50	0,50	—	—	0,35	5,82	100,13
34	300/42	56,40	1,02	17,70	10,54	0,58	0,19	4,41	0,90	6,50	0,21	—	—	0,17	1,62	100,21
35	300/30	59,90	0,19	18,03	5,22	1,16	0,05	1,33	0,82	5,00	5,50	—	—	0,42	2,77	100,39
36	300/32	60,93	0,29	18,76	4,09	1,61	0,06	0,91	0,92	6,50	3,50	—	—	0,22	1,83	99,62
37	674—а	45,68	1,48	17,97	12,01	1,09	0,07	4,24	4,07	5,80	1,60	—	—	0,72	6,05	100,78
38	1867—а	47,72	1,48	17,63	9,09	2,12	0,03	7,21	2,48	2,75	2,80	—	—	1,30	5,57	100,18
39	906	55,30	0,72	16,26	4,44	3,29	0,04	4,14	5,37	2,90	2,40	—	—	2,06	3,74	100,66
40	2151—а	55,37	2,25	17,98	3,87	2,77	0,15	4,91	2,39	5,20	3,30	0,16	—	0,26	1,78	100,39
41	1394	56,18	0,69	15,09	3,28	3,44	0,10	7,00	3,77	3,40	1,20	—	—	1,42	5,41	100,98
42	1010	57,11	0,72	15,11	3,25	2,41	0,05	4,00	4,48	3,20	1,50	—	—	3,04	6,10	100,97
43	1056	57,44	0,69	17,17	0,78	2,85	0,08	4,93	3,19	3,40	1,50	—	—	2,87	5,78	100,68
44	1203	57,61	0,69	13,70	5,35	3,00	0,10	5,60	4,00	3,40	1,30	—	—	1,82	4,00	100,57

Примечание: *Севанский хребет:* 1—диабаз, сел. Гейсу; 2, 3—спилитовые порфириты, сел. Гейсу; 4—спилит, южный склон г. Инакдаг; 5—спилит, в 2,5 *км* к СВ от сел. Дара (Г. С. Арутюнян); 6—диабаз, Сараланджское проявление ртути; 7—спилит с вариолитовой структурой, верховье р. Гейсу; 8—спилит, р-он сел. Кясаман; 9—спилит, в 1,5 *км* к ВЮВ от Сараланджского проявления; 10—спилит, среднее течение р. Далиага (Г. С. Арутюнян); 11—диабаз (дайка), в 1,5 *км* севернее сел. Карайман; 12—спилит, верховье г. Гейсу; 13—диабаз (дайка), в 2 *км* севернее сел. Карайман; 14—базальтовый порфирит, в 3,5 *км* к ССВ от сел. Кясаман; 15—то же, в 0,6 *км* к востоку от сел. Карайман; 16, 17, 18—кварцевые диабазы, Тигранабердское месторождение, скв. 123, глубина 325, 470 и 615 *м*; 19, 20—кварцевые диабазы, в 2 *км* и 1 *км* севернее сел. Карайман; 21—кварцевый диабаз, Тигранабердское месторождение, Центральный участок; 22—кварцевый диабаз, ущелье р. Буратапа; 23—базальтовый порфирит (окварцованный), в 1,5 *км* севернее сел. Карайман; 24—кератофир, сел. Гейсу.

Базумский и Меграшатский хребты: 25—базальтовый порфирит, р. Черная; 26—базальтовый порфирит (калишпатизированный), р. Черная; 27—трахиандезит, Амасия, севернее сел. Дашкерпи; 28—базальтовый порфирит, Амасия; 29—базальтовый порфирит (кварцевый), р. Черная.

Бассейн р. Веди и междуречье рр. Веди и Азат. 30—миндалекаменный порфирит, левобережье низовьев р. Хосров (К. А. Мкртчян [7]); 31, 32—тешениты, бассейн р. Веди; 33—диабаз, бассейн р. Кюсуз; 34—спилит (вариолитовый), бассейн р. Хосров; 35, 36—кератофиры, бассейн р. Хосров, породы из скважины № 1, «Чатма»; 37, 38—спилиты; 39—андезито-базальт (лавобрекчия); 40—спилит; 41—44—туфы андезитов.

Анализы 1, 2, 6—9, 14, 15, 19, 21, 24—26, 28—43 сделаны в химлаборатории ИГН АН Армянской ССР, остальные—в центральной лаборатории Армгеолуправления.

слабо измененных разностей базальтоидов; очевидно, высокое отношение Na_2O/K_2O являлось характерной чертой первичного состава севанской вулканической ассоциации. Геологическое положение и возрастные взаимоотношения с другими вулканогенными и осадочными компонентами разностей базальтоидов с повышенным содержанием K_2O (анализы № 1, 2, 8 в табл. 1) заслуживают дальнейшего исследования.

По пяти анализам вулканиты офиолитов Базумского хребта также относятся к толеитовой серии, отличаясь от севанских повышенными содержаниями калия (рис. 1—Б, В и 2—Б).

Вулканогенные породы офиолитов Вединского (Еревано-Ордубадского) пояса характеризуются прежде всего повышенной калийностью, а также слабой степенью метаморфизма, несколько большей дифференцированностью состава и относительно повышенной ролью умереннокислых пород, содержащих свыше 60% кремнезема. По характеру фракционной дифференциации вединские вулканиты тяготеют к полям обеих петрохимических групп—толеитовых и известково-щелочных серий (по Миасиро). Известково-щелочной тенденцией обладают породы повышенной кремнекислотности из Чатминской скважины № 1 (андезито-базальт, туфы андезитового состава), а также отдельные анализы диабаза, базальта. Что касается пород, попадающих в толеитовое поле на диаграммах 1—Б и В, подавляющее большинство их принадлежит щелочной серии (рис. 2—А). Кроме анализов спилитов, петрохимическая принадлежность которых затушевана метаморфизмом, в щелочном поле располагаются и мало измененные породы—диабазы, тешениты, а также андезиты и кератофиры; появление тешенитов однозначно свидетельствует о щелочной тенденции вулканизма, которая вырисовывается и на диаграммах Na_2O/K_2O—(Na_2O+K_2O), $CaO—Na_2O—K_2O$ (рис. 1—Г и 2—Б).

Как видим, вулканиты вединских офиолитов—толеитовые и щелочные базальтоиды, с подчиненным развитием андезитов известково-щелочного типа, обособляются по петрохимическим признакам от однородных по составу толеитовых вулканитов Севанского пояса.

При сопоставлении вулканитов офиолитовых поясов Малого Кавказа с верхнемеловыми эффузивами Предмалокавказской и Сомхето-Агдамской зон, для которых убедительно доказана принадлежность к известково-щелочной серии [9], выясняется, что в последних гораздо менее значительно выражено продвижение фракционной кристаллизации (колебания величин FeO^+/MgO в серии оливиновый базальт—липарит в пределах 2,1—3,4) при существенном возрастании содержаний SiO_2 и FeO^+ (рис. 1—Б и В). Кроме того, диаграмма А. Н. Заварицкого[1] (рис. 2—В) отчетливо иллюстрирует большую дифференцированность состава вулканитов с развитием кислых дифференциатов (липарито-дацитов, липаритов), пониженную величину в них щелочных алюмосиликатов и большую роль полевошпатовой извести.

[1] Интерпретируются анализы лишь мало измененных пород с потерями при прокаливании менее 5%, не содержащих нормативных «метаморфических» минералов.

Выводы

Соотношение главных типов вулканитов в разрезах офиолитовых серий выражено в резком преобладании базальтоидов. Севанские офиолиты характеризуются развитием толеитового типа базальтоидов, тогда как вулканиты вединских офиолитов обладают щелочной тенденцией развития, с некоторым участием андезитовых пород, обладающих известково-щелочным химизмом. Имеющиеся данные не позволяют пока предложить однозначную палеотектоническую интерпретацию петрохимии вулканитов; можно лишь отметить сходство вулканогенных пород Севанской зоны с толеитовыми сериями ранних стадий развития островных дуг, тогда как вулканиты Вединской офиолитовой зоны, обнаруживая более щелочную тенденцию, могут быть сопоставлены с вулканитами структур рифтового типа, заложенными на континентальной коре. Наряду с этим устанавливаются также петрохимические вариации базальтоидов по простиранию офиолитовых зон. Такая картина пространственного размещения вулканитов может быть объяснена автономностью в тектоническом развитии каждого из офиолитовых поясов, с несколько различной тектонической обстановкой вулканизма для отдельных отрезков.

Отчетливо выявляется существенное петрохимическое различие между вулканитами офиолитовых серий и раннесенонской базальтово-липаритовой серии внешней дуги Малого Кавказа.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 20.V.1976.

Ս. Ա. ՓԱԼԱՆՋՅԱՆ, Մ. Ա. ՍԱՖՅԱՆ, Ժ. Հ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ

ՓՈՔՐ ԿՈՎԿԱՍԻ ՕՖԻՈԼԻՏԱՅԻՆ ՇԱՐՔԻ ՎՈՒԼԿԱՆԻՏՆԵՐԻ ՊԵՏՐՈՔԻՄԻԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Ամփոփում

Պետրոքիմիական տվյալների ամփոփման հիման վրա պարզվել է Ամասիա-Սևանի գոտու հրաբխածին ապարների պատկանելիությունը տոլեիտային շարքին, որոնք համանման են կղզային աղեղների առաջացման առաջնային հատապի հրաբխականությանը [13], այն դեպքում, երբ Երևան—Օրդուբադյան գոտու հրաբխականությունն ունի ալկալային հակում և կարող է համադրվել ռիֆտային տիպի վուլկանիտների հետ։

Օֆիոլիտային յուրաքանչյուր գոտում հրաբխականության առանձնահատկության հետ մեկտեղ անջատվում են նաև որոշակի պետրոքիմիական տարբերություններ։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абовян С. Б.* Ультраосновные и основные породы офиолитовой формации. В кн. «Геология Армянской ССР», т. 3. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1966.

2. *Асланян А. Т.* Региональная геология Армении. «Айпетрат», Ереван, 1958.
3. *Габриелян А. А., Адамян А. И., Акопян В. Т.* и др. Тектоническая карта и карта интрузивных формаций Армянской ССР (объяснительная записка). «Митк», Ереван, 1968.
4. *Заварицкий А. Н.* Изверженные горные породы. Изд-во АН СССР, М., 1961.
5. *Книппер А. П.* Океаническая кора в структуре Альпийской складчатой области юга Европы, западной части Азии и Кубы. «Наука», М., 1975.
6. *Ломизе М. Г.* О месте офиолитов в тектонической структуре Восточной Анатолии и Закавказья. «Геол. и разведка», № 11, 1970.
7. *Мкртчян К. А.* Интрузивы бассейна р. Веди. В кн.: «Геология СССР», т. XVIII, «Армянская ССР», «Недра», М., 1970.
8. *Маракушев А. А.* Проблема спилитов. «Геол. и геофиз.», № 9, 1975.
9. *Мнацаканян А. Х.* Геологическое положение, состав и условия формирования меловых вулканических образований. В кн.: «Связь мелового и палеогенового вулканизма Армении с типами развития геосинклинальных прогибов». «Наука», М., 1968.
10. *Паланджян С. А.* Петрология гипербазитов и габброидов Севанского хребта. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1971.
11. *Паланджян С. А.* О положении офиолитов Присеванского пояса Малого Кавказа. ДАН СССР, т. 218, № 6, 1974.
12. *Сатиан М. А., Степанян Ж. О.* Кремнисто-вулканогенная формация. В кн. «Геология Армянской ССР», т. V. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1974.
13. *Miyashiro A.* Classification, characteristics and origin of ophiolites. Journ. of Geology, vol. 83, № 2, 1975.