Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 6, 27—36, 1973

УДК 552.313

А. А. АДАМЯН

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛИО-ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ЭФФУЗИВНЫХ ПОРОД ЕРЕВАНСКОГО ГРАБЕН-СИНКЛИНОРИЯ

В настоящем сообщении рассматриваются минералого-геохимические особенности пород базальт-липаритового ряда применительно к петрогенезису новейших эффузивов, развитых в районе Ереванского грабен-синклинория. Выводы базируются на многолетнем комплексном исследовании вулканитов сложного в тектоническом отношении района. По данным А. А. Габриеляна [12, 13], в первой половине позднего плиоцена, в позднем подэтапе (плиоцен-антропоген) происходит общее опускание страны. Ослабление дифференциальных движений приводит к пенепленизации рельефа. В среднем-верхнем акчагиле вновь усиливаются тектонические движения—сводово-глыбовое поднятие древних антиклинальных сооружений и грабенообразные опускания.

На исследованной территории широко распространены эффузивные образования плиоцен-антропогенового возраста [10].

Район привлек внимание большого числа исследователей [8, 10, 13, 14, 19, 24 и др.], изучивших его, в основном, с геолого-гидрогеологической точки зрения. В последние годы С. Г. Карапетян [17], в связи с изучением молодых кислых вулканитов Армении, детально описал также кислые лавы вулканов Атис и Гутансар, расположенных северо-восточнее исследуемого района.

Внешнее сходство однотипных базальтовых, андезито-базальтовых и андезитовых лав многоэтапных вулканических излияний, плохо разработанная стратификация молодых вулканогенных толщ, затрудняют создание убедительного и обоснованного представления о вулканизме, закономерностях магматического процесса и последовательности извержения эффузивных образований.

Автором за период 1952—1960 гг. проведено геолого-петрографическое изучение вулканогенной толщи Приереванского и частью Раздан-ского районов [5, 6, 7], входящих в тектоно-структурную зону Ереван-ского грабен-синклинория [11].

Полный комплекс эффузивов от основных до кислых, включая пирокластические образования андезито-дацитового состава (туфы ерева-но-ленинаканского типа и игнимбриты Аштаракского района, ранее изученные автором [2, 3]), позволили провести более углубленное изучение с выявлением минералого-геохимических особенностей базальт-липаритового ряда. Нами геохимически охарактеризованы также минералы с целью расшифровки поведения в них микроэлементов (как одного из критериев петрогенезиса).

Эффузивные породы базальт-липаритового ряда охватывают значительную часть исследуемого района. По площади распространения кислые лавы уступают основным. Среди базальтовых лав выделяются плагиоклазовые, авгитовые базальты и долериты (нижние и верхние). Андезито-базальты представлены четырьмя разновидностями: двупироксеновыми, плагиоклазовыми, гиперстеновыми, оливиновыми андезито-базальтами. Среди андезитов различаются—двупироксеновые, авгитовые, гиперстено-роговообманковые, гиперстеновые и роговообманково-гиперстеновые; кислые разности—липарито-дациты, липариты. Пирокластические породы—туфы еревано-ленинаканского типа и игнимбриты (андезито-дацитового состава). Последовательность излияния лав приведена в более ранней работе автора [4].

В петрохимическом отношении исследуемые породы в целом отвечают известково-щелочной ассоциации и соответствуют сериям тихоокеанского кольца—от сильной до слабой [5, 17, 18, 28]. В них наблюдается несколько повышенная глиноземистость. Базальтовые лавы ряда по содержанию Al_2O_3 (в среднем 18,31%) приближаются к высокоглиноземистым базальтам по Куно [32]. но с несколько завышенной щелочностью. Породы района в целом характеризуются нормальной щелочностью, за исключением базальтовых лав, в которых содержание калия несколько завышено—1,3% против 0,8% кларкового значения, а натрия—2,1 против 1,9 соответственно (несколько повышенная щелочность базальтовых лав сказалась на составе полевых шпатов). В остальных типах пород содержание калия практически кларковое (при постоянном преобладании натрия над калием).

Во всех типах пород прослеживается определенная зависимость содержания окислов главных петрогенных элементов от кислотности пород.

Из фигуры 1 следует, что описываемые породы характеризуются пониженным содержанием таких элементов, как железо, титан и марганец; количество никеля, хрома почти кларковое, а кобальта чуть больше. Замечена обратно-пропорциональная зависимость между концентрацией титана и отношением Fe/Mg причем для липаритов его отношение почти в три раза больше, чем соответствующее отношение для базальтов, а количество титана соответственно меньше почти в шесть раз.

Таким образом, содержание элементов группы железа во всех типах пород ряда и пропорциональная зависимость между концентрацией титана и отношением Fe/Mg указывают на родственную связь пород исследуемого ряда.

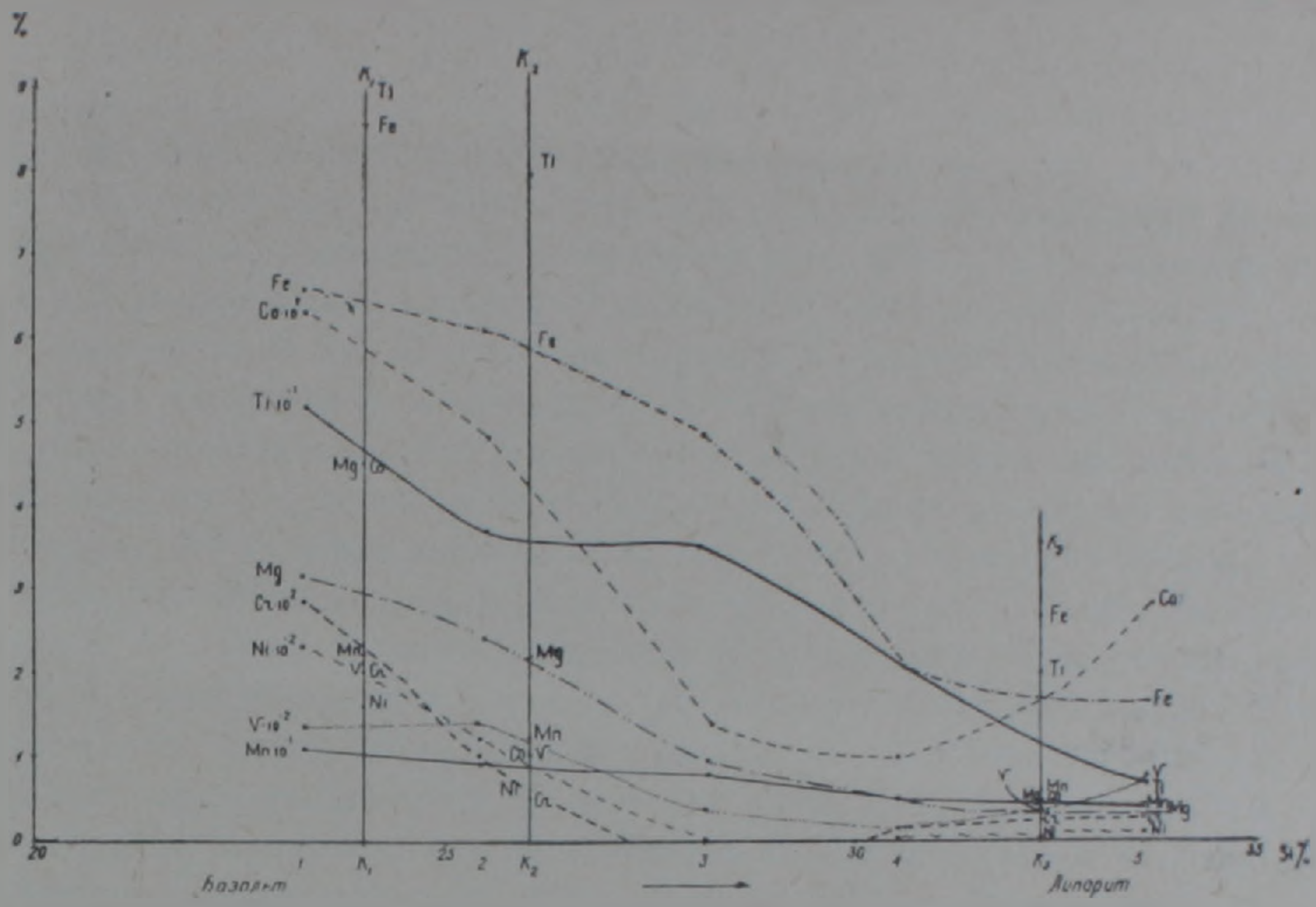
В подтверждение полученного вывода было рассмотрено поведение щелочных элементов в исследованной эффузивной серии (табл. 2).

Литий является одним из характерных щелочных элементов в породах эффузивной серии исследованного района. Для всех выделенных разновидностей разнотипных пород базальт-липаритового ряда отмечено присутствие лития в количествах меньше кларкового содержания, которые закономерно возрастают от основных к кислым типам пород (от

Таблица 1

Петрографическая характеристика пород базальт-липаритового ряда

Количество определений	Порода	Вкрапленники	Основная масса	Структура и текстура
5	Плагиоклазовый базальт	Плагиоклаз—58—66% An. Авгит—43—47% Wo, 41—50% En, 12—6% Fs. Оливин	Плагиоклаз, клинопироксен, оливин, рудный минерал и стекло	Тонкопористая, порфировая с гиалопилитовой структурой основной массы
8	Авгитовый базальт	Авгит—45—46% Wo, 44—47% En, 6—10% Fs. Оливин—14% Fa.	Клинопироксен, плагиоклаз, оливин, рудный минерал и стекло	От микропористой до миндалевидной. Порфировая, основная масса долеритовая
10	Долерит	—	Плагиоклаз—50—63% An, Авгит—54% Wo, 33% En, 13% Fs, Оливин—14—26% Fa.,	От тонкопористой до ноздреватой, пойкилоофитовая, долеритовая
12	Гиперстеновый андезито-базальт	Плагиоклаз 56—71% An. Авгит—39—47% Wo, 39—49% En, 9—13% Fs. Гиперстен—72% En, 24% Fs, 4% Wo. Оливин—17% Fa.	Плагиоклаз, клинопироксен, гиперстен, рудный минерал и стекло	От микро- до крупно-пористой. Порфировая, основная масса микролитовая
7	Двупироксеновый андезито-базальт	Плагиоклаз—44—54% An, авгит—38—41% Wo, 43—45% En, 18%—Fs	Плагиоклаз, клинопироксен, рудный минерал, стекло	Плотная, эфировая, микролитовая реже интерсертальная
6	Оливиновый андезито-базальт	Плагиоклаз—52—54% An. Оливин—13—24% Fa, ксеногенный кварц	Плагиоклаз, оливин клинопироксен, рудный минерал, стекло	От плотной до пористой, микропорфировая, трахитоидная, реже порфировая.
4	Андезито-базальт	Плагиоклаз—50—67% An, авгит—41% Wo, 44% En, 15% Fs, оливин	Плагиоклаз, клинопироксен, оливин, рудный минерал, стекло	Плотная, афанитовая, афировая, интерсертальная
5	Плагиоклазовый андезито-базальт	Плагиоклаз—56—59% An, авгит, гиперстен, оливин	Плагиоклаз, клинопироксен, гиперстен, рудный минерал, стекло	Плотная, порфировая, основная масса микролитовая
3	Гиперстено-рогово-обманковый андезит	Плагиоклаз—32—48% An, авгит, гиперстен, базальтическая роговая обманка.	Андезитовая основная масса	Пористая, порфировая, основная масса витрофировая
3	Роговообманковый андезит	Плагиоклаз—45% An, авгит, базальтическая роговая обманка	" "	От тонко-пористой до плотной. Порфировая с андезитовой основной массой
10	Роговообманково-гиперстеновый андезит.	Плагиоклаз—46% An, базальтическая роговая обманка, гиперстен	" "	Плотная, порфировая, основная масса от витрофировой до микролитовой
4	Роговообманково-пироксеновый андезит	Плагиоклаз—46% An, авгит, базальтическая роговая обманка.	" "	От тонко-пористой до плотной, порфировая; основная масса гиалопилитовая, переходящая в интерсертальную
3	Туф—е.-л типа (андезито-дацитового состава	Плагиоклаз—43—45% An, авгит—37—41% Wo, 45—48% En, 13—15% Fs, гиперстен—7—8% Wo, 69—70% En, 14—22 Fs.	Пепловая масса, рудный минерал	От рыхлого до плотного, витрокластическая
3	Игнимбрит	Плагиоклаз—41—45% An, авгит—40—45% Wo, 43—46 En, 12—13% Fs, гиперстен—10—15% Wo, 62—65% En, 22—25% Fs.	" "	Плотная, реже пористая, витрокластическая, наблюдается флюидальность
	Липарит+перлит (Гутансар, Атис)	Плагиоклаз—26% An, авгит—30—35% Wo, 53—55% En, 30—38% Fs; кварц, базальтическая роговая обманка	" "	Плотная, афировая, микрофельзитовая и фельзитовая, часто флюидальная
	Липарито-дацит (Гутансар, Атис)	Плагиоклаз 38—45% An, авгит, 29—35% Wo, 29—35% En, 30—42% Fs, базальтическая роговая обманка, реже биотит	Редкие микролиты полевого шпата-олигоклаз-андезин и иголочки роговой обманки, пироксен, гиперстен, стекло	Плойчато-флюидальная и плоско-параллельно-полосчатая, порфировая со стекловатой, фельзитовой и микролитовой структурой основной массы



Фиг. 1. Изменения содержания элементов группы железа в зависимости от изменения содержания кремния в рядах базальт-липарит эффузивной серии плиоцен-четвертичного возраста (Fe, Mg, Ti, Mn приводятся по данным химических анализов). 1—базальтоиды; 2—андезито-базальты; 3—андезиты; 4—липарито-дациты; 5—липариты. На вертикальных линиях отложены кларковые содержания по Виноградову (1962): K_1K_1—кларки основных пород; K_2K_2—кларки средних пород; K_3K_3—кларки кислых пород. Определения Fe, Mg, Ti, Mn выполнены в химической лаборатории ИГН АН Арм. ССР, аналитик А. А. Петросян. Определения Cr, V, Co, Ni по данным приближенно-количественных спектральных анализов (спектральная лаборатория ИГН АН Арм. ССР, аналитик Г. М. Мкртчян).

Таблица 2

Среднее содержание Mg, K, Li, Rb в породах базальт-липаритового ряда (*г/т*)

Элемент	Базальт + долерит	Андезито-базальт	Андезит	Андезито-дацит	Липарито-дацит	Липарит
Mg	31203 (14)	18800 (19)	9225 (13)	8924 (6)	5400 (11)	2700 (56)
K	12351 (27)	18090 (47)	27827 (4)	24050 (6)	23000 (4)	26800 (2)
Li	10 (27)	16 (47)	23 (4)	25 (4)	23 (4)	30 (2)
Rb	24 (27)	35 (47)	87 (4)	95 (4)	81 (4)	100 (2)
Li/Mg	0,33	0,8	2,5	2,7	4,3	11,1
K/Rb	514	516	347	253	284	268
Mg/Li	3030	1139	401	357	235	900

Примечание. В скобках приводится количество анализов. Определения K, Li, Rb в базальтах, андезито-базальтах и андезито-дацитах выполнены КПУ (Киев), аналитики Р. Мысенко, Л. П. Башуленко. Определения K, Li, Rb в липарито-дацитах и липаритах выполнены количественным спектральным анализом в лаборатории ИГН, аналитика М. Я. Мартиросян, Г. М. Мкртчян. Определение Mg выполнено в химической лаборатории ИГН, аналитик А. А. Петросян.

10 до 30 *г/т*). При рассмотрении отношения лития к магнию (табл. 2) нетрудно заметить возрастание концентрации Li от основных пород к

кислым (от ранних к поздним)—от 0,33 до 11,1, что находится в соответствии с данными Л. В. Таусона [27] о том, что геохимическая история лития в процессе дифференциации магм противоположна истории магния в ряде дифференциатов—при уменьшении магния количество лития увеличивается. Увеличение указанного отношения в исследованном ряду является показателем генетического родства базальтовых, андезитовых, андезито-дацитовых и липаритовых лав. В целом изученные эффузивы характеризуются низким (по сравнению с кларком) содержанием лития, что может послужить критерием для доказательства происхождения средних и кислых разностей эффузивных пород из расплава.

Среднее содержание рубидия в базальтоидах (24 *г/т*) и в андезито-базальтах (35 *г/т*) меньше, чем значения, приведенные Виноградовым [9] для основных и средних пород (соответственно 45 и 100 *г/т*). В средних и кислых породах количество рубидия увеличивается почти в 3 раза—80—100 *г/т* (табл. 2), оставаясь меньше кларкового значения—200 *г/т* для кислых пород. Концентрация Rb в изученных эффузивах пониженная, что является важным критерием для отнесения их к производным базальтовой магмы. Об этом свидетельствует также отношение K/Rb, уменьшающееся от основных к кислым типам пород (от 514,6 до 268), что говорит о тенденции рубидия концентрироваться в кислых дифференциатах больше по сравнению с концентрацией калия. В литературе отмечается, что в процессе дифференциации расплава единого магматического очага рубидий накапливается в большем количестве, чем калий, что связано в основном, с несколько большим ионным радиусом рубидия. При сравнении полученных результатов с данными Л. Н. Овчинникова и М. В. Троянова [23] о распределении рубидия и отношения K/Rb в различных генетических группах пород Урала, получилась хорошая сходимость с данными для гранитоидов базальтового ряда.

В исследованных породах содержание цезия ниже чувствительности метода ($5 \cdot 10^{-3}$). Что касается остальных примесей, то содержания бериллия и иттрия больше кларка во всех типах пород, а стронция—меньше, причем количество его уменьшается от основных пород к кислым. Наблюдается увеличение отношения Ga/Al от основных к кислым, также растет отношение Y/Ca. Циркония в андезитах и липаритах содержится меньше кларка, в базальтах—чуть больше.

Из сказанного следует, что поведение лития, рубидия, стронция, бериллия, иттрия и парных соотношений редких и петрогенных элементов (Y/Ca, Ga/Al) одинаковое. Это говорит в пользу гомогенности расплава, а также о тесной родственной связи исследуемых эффузивов. Показатель K/Rb (514—268) указывает на базальтовый состав родоначального расплава, что подтверждается несколько завышенным количеством циркония в базальтах (в андезитах и липаритах оно несколько занижено). Отношение же Li/Mg, увеличивающееся от основных к кислым типам пород, говорит в пользу дифференциации базальтового расплава, продуктом которого, вероятно, и является андезит-липаритовый ряд.

Таблица 3

Главные и второстепенные элементы в минералах разнотипных пород базальт-липаритового ряда (*г/т*)

Элемент	Минералы															
	Плагиоклаз				Авгит			Гиперстен		Оливин		Титаномагнетит				
	Базальт+долерит 7/12[1]	Андезито-базальт 2/19	Андезит 3/5	Андезито-дацит 4/8	Базальт+долерит 5/18	Андезито-базальт 7/21	Андезито-дацит 4/11	Андезито-базальт	Андезито-дацит	Базальт+долерит 1,11	Андезито-базальт 4/19	Долерит 1/15	Андезито-базальт 1/15	Андезит 2/5	Андезито-дацит 4/8
Si	$238\cdot10^3$	$234\cdot10^3$	$258\cdot10^3$	$257\cdot10^3$	$229\cdot10^3$	$223\cdot10^3$	$224\cdot10^3$	$201\cdot10^3$	$234\cdot10^3$	$174\cdot10^3$	$180\cdot10^3$	—	—	—	—
Ti	$9\cdot10^2$	$17\cdot10^2$	$13\cdot10^2$	$54\cdot10^2$	$54\cdot10^3$	$33\cdot10^2$	$53\cdot10^2$	$13\cdot10^3$	$55\cdot10^2$	$9\cdot10^2$	$13\cdot10^2$	$646\cdot10^2$	$37\cdot10^2$	$228\cdot10^2$	$589\cdot10^2$
Al	$1500\cdot10^2$	$1660\cdot10^2$	$1480\cdot10^2$	$1500\cdot10^2$	$344\cdot10^2$	$286\cdot10^2$	$248\cdot10^2$	$197\cdot10^3$	$178\cdot10^3$	$550\cdot10^2$	$238\cdot10^2$	—	—	—	—
Fe^{3+}	$30\cdot10^2$	$39\cdot10^2$	$16\cdot10^2$	$22\cdot10^2$	$289\cdot10^2$	$263\cdot10^2$	$297\cdot10^2$	$279\cdot10^2$	$469\cdot10^2$	$306\cdot10^3$	$241\cdot10^2$	$3660\cdot10^2$	$4270\cdot10^2$	$3910\cdot10^2$	$4570\cdot10^2$
Fe^{2+}	$33\cdot10^2$	$11\cdot10^2$	$13\cdot10^2$	$21\cdot10^2$	$173\cdot10^3$	$350\cdot10^2$	$41\cdot10^3$	$1239\cdot10^2$	$815\cdot10^3$	$812\cdot10^2$	$896\cdot10^2$	$1740\cdot10^2$	$1540\cdot10^3$	$1522\cdot10^2$	$1341\cdot10^2$
Mg	$86\cdot10^2$	$60\cdot10^2$	$42\cdot10^2$	$62\cdot10^3$	$853\cdot10^2$	$1067\cdot10^2$	$905\cdot10^3$	$1837\cdot10^2$	$1352\cdot10^2$	$2694\cdot10^3$	$2320\cdot10^3$	—	—	—	—
Ca	$854\cdot10^2$	$940\cdot10^2$	$644\cdot10^2$	$393\cdot10^2$	$1542\cdot10^2$	$1140\cdot10^3$	$1389\cdot10^3$	$171\cdot10^3$	$332\cdot10^2$	$78\cdot10^2$	$80\cdot10^2$	—	—	—	—
Mn	—	—	—	—	$13\cdot10^2$	$23\cdot10^3$	$13\cdot10^3$	—	$54\cdot10^2$	$8\cdot10^2$	$39\cdot10^2$	$48\cdot10^2$	$48\cdot10^2$	$49\cdot10^2$	$110\cdot10^2$
Na	$320\cdot10^2$	$256\cdot10^2$	$408\cdot10^2$	$45\cdot10^2$	$60\cdot10^3$	$51\cdot10^2$	$55\cdot10^2$	—	$65\cdot10^3$	$50\cdot10^2$	$13\cdot10^2$	—	—	—	—
K	$89\cdot10^2$	$32\cdot10^2$	$64\cdot10^2$	$59\cdot10^2$	$17\cdot10^3$	$34\cdot10^2$	$22\cdot10^2$	—	$52\cdot10^2$	$26\cdot10^2$	$15\cdot10^2$	—	—	—	—
Be	1,15	5,62	1,4	1,35	1,0	1,0	3,1	—	1,0	2,3	1,4	—	1,0	—	—
Ga	19,8	13,3	6,75	10,7	6,9	4,64	2,75	—	1,4	0,9	1,95	6,1	9,6	5,2	8,0
Cr	10,95	7,5 (4)	3,0	3,2	1341,8	1765,4	—	673,0	—	783,0	315,5	—	—	2700	—
V	10,25	20,05 (2)	—	—	170,0	123,3	60,0	17,0	18,5	25,8	23,5	17	1700,0	1400,0	1090,0
Ni	5,83	4,7 (3)	—	—	320,0	297,3	84,0	1093,0	31,1	1186,0	517,0	1030,0	160	160,0	1120,0
Co	10,0	10,0	—	—	140,5	152,2	31,5	307,0	49,5	140,5	216,0	79,0	79,0	79,0	79,0
Zn	31,0	47,0	45,0	62,0	56,2	137,2	129,5	273,0	127,5	106,0	220,0	231,0	218,0	510,0	127,0
Y	26	14 (2)	10	12	25	50 (4)	130	10	152	18	21 (2)	—	32	—	—
Sr	2303	1864	2800	622	207	202	73	—	516	36	—	66	98	—	66
Pb	50,7	26	10	8,5	10	10 (3)	—	10	—	10	10 (2)	32	11	10	—
Ba	680	366	525	580	85	77 (3)	—	—	100	—	—	100	420	—	—

[1] В числителе приведено количество химических анализов для главных петрогенных элементов, в знаменателе — приближенно количественных спектральных анализов для редко-рассеянных элементов. Состав андезито-дацитов приводится по данным С. Г. Карапетяна. В скобках — количество анализов. Анализы произведены в соответствующих лабораториях ИГН АН АрмССР.

Среди породообразующих минералов первенствующая роль принадлежит плагиоклазам—от лабрадора до олигоклаза: в них имеет место специализация малых и рассеянных элементов, закономерно уменьшающаяся или увеличивающаяся по мере изменения номера плагиоклаза (табл. 3). Стронций является характерным элементом: содержание его уменьшается по мере кислотности минерала. Галлий содержится почти в одинаковых количествах во всех плагиоклазах. Ванадий, хром, никель и кобальт не характерны для них. В содержании бария наблюдается прямая связь с калием.

Авгит, подтвержденный химически (табл. 1) во всех типах исследуемых пород, обладает сравнительной устойчивостью оптических свойств, постоянством состава, умеренным однообразием кальциевой фазы и сравнительно слабой вариацией в отношениях между магнезиальным железистым силикатом, несколько обогащенной железом в последней стадии кристаллизации (табл. 1). Заслуживает особого внимания то, что в базальтах и некоторых разностях андезито-базальтов присутствует только авгит, а в остальных типах и разностях пород ряда присутствует также гиперстен. Данный факт, вероятно, можно объяснить тем, что первоначальная базальтовая магма в процессе дальнейшей кристаллизации приобрела андезитовый состав, и температура кристаллизации была недостаточно высока для замещения железа и магния кальцием в клинопироксене [15].

Гиперстен обладает постоянством химического состава и умеренно однообразным содержанием железистой фазы—25—29% (табл. 1). В авгитах и гиперстенах наиболее кислых пород ряда обнаружен германий.

Ортосиликат, содержащий глинозем в количестве, несколько отличном от теоретического состава, относится к магнезиальному оливину. В оливинах, выкристаллизовавшихся на ранней стадии дифференциации базальтовой магмы, никеля больше, чем кобальта; в оливинах поздней стадии кристаллизации по сравнению с ранними оливинами, наблюдается больше хрома, галлия, циркония и цинка (табл. 3), что согласуется с правилом Гольдшмидта.

Таким образом, замечена одинаковая ассоциация породообразующих минералов в разнотипных породах базальт-липаритового ряда. Анализ распределения рассеянных элементов в породообразующих минералах указывает на их зависимость от типа кристаллической решетки.

Из акцессорных минералов больше распространен титаномагнетит, содержание которого колеблется от 0,1 до 5% (табл. 4).

В шлифах титаномагнетит встречается в виде зерен неправильной, редко кубической или октаэдрической формы, часто в виде сростков с породообразующими минералами в липарито-дацитах—в виде дендритовых выделений размером от 0,04 до 1 *мм* (по данным С. Г. Карапетяна). В иммерсии различается решетчатая структура распада.

Из таблицы видно, что титан присутствует постоянно—в количестве от 94500 до 17430 *г/т*, причем среднее содержание титана в ти-

Таблица 4

Средние содержания элементов группы железа в акцессорных титаномагнетитах (данные количественного спектрального анализа), *г/т*

Порода	Количество проб	Ti[1]	Mn	V	Co	Cr	Ni	Объемный % титаномагнетита в породе
Базальт+долерит	3	94500 (15,7%)	2900	1800	25	—	320	5,1
Андезито-базальт	12	60858 (10,1%)	4004	1850	181	913	205	5,1
Андезит	4	28475 (4,7%)	4025	995	161	90	36	2,4
Андезито-дацит	4	70433 (11,7%)	2805	1900	160	242	67	3,1
Липарито-дацит (Атис+Гутансар)	2	21734 (3,62%)	не определено					0,3—1
Липарит	2	17430 (2,91%)						0,1—0,3

[1] В скобках приводятся окислы Ti (TiO_2).

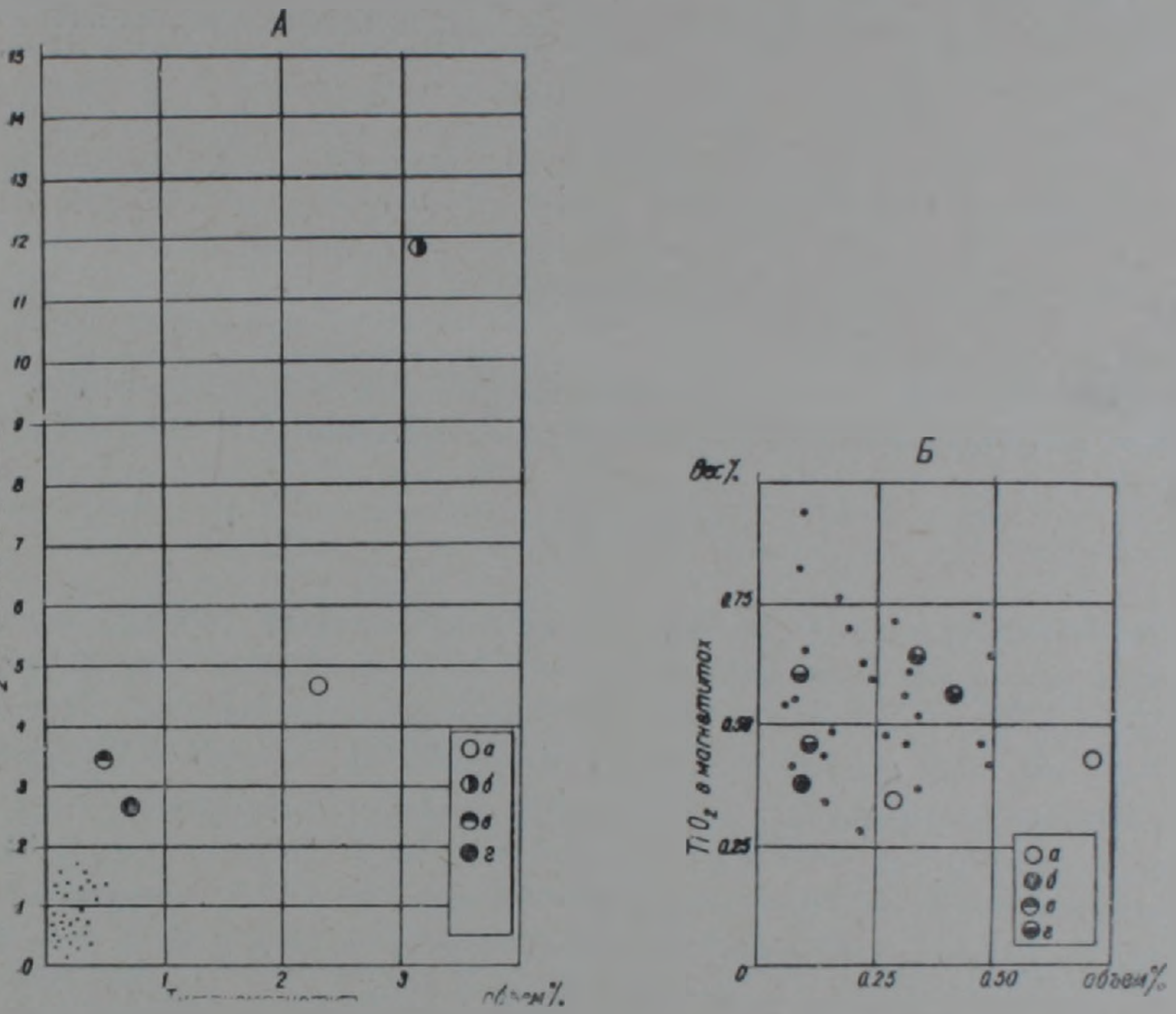
таномагнетите пирокластических пород—андезито-дацитового состава, намного больше, чем в титаномагнетитах андезитов. Объясняется это, на наш взгляд, способностью титана, вместе с трехвалентным железом, накапливаться в более поздних порциях расплава [25]. Наблюдается прямая связь между количеством титана и трехвалентного железа пирокластических пород.

Таким образом, полученные данные о количественном содержании титана и других элементов группы железа в титаномагнетитах из кислых разностей говорят в пользу генетической связи их с базальтовой магмой.

Сказанное поясним, пользуясь диаграммой, предложенной Штейнбергом и Фоминых [30] для средних и кислых пород. Упомянутые исследователи доказывают, что гранитоиды базальтоидного происхождения (независимо от их состава) отличаются, как правило, от гранитов.

При рассмотрении диаграммы (фиг. 2) нетрудно заметить, что содержание титаномагнетита в исследованных средних и кислых породах колеблется от 0,2 до 3,1%, а двуокиси титана в титаномагнетитах—соответственно от 2,9 до 11,7%, что вполне согласуется с данными Штейнберга и Фоминых для рудного акцессория, генетически связанного с базальтовой магмой. Однако в нашем случае содержание двуокиси титана в рудном минерале несколько выше, чем в аналогичных по составу глубинных породах (кварцевые диориты, гранодиориты). Полученные данные вполне согласуются с выводом Ляховича [20] о том, что содержание TiO_2 в акцессорном рудном минерале глубинных пород меньше, чем в рудном минерале пород того же состава эффузивного происхождения.

Итак, установленная специфическая ассоциация редко-рассеянных элементов в породах и слагающих их минералах, одинаковая ассоциация породообразующих минералов, принадлежность к единой петрохимической ассоциации от начальных (основных) до конечных (кислых) членов ряда—указывают на специализацию исходной базальтовой магмы.



Фиг. 2. А. Диаграмма зависимости содержания TiO_2 в титаномагнетите от содержания титаномагнетита в кислых дериватах базальтоидной группы (диаграмма составлена по таблице 4). а—роговообманково-гиперстеновый и роговообманковый андезит; б—туф еревано-ленинаканского типа+игнимбрит; в—липарито-дацит; г—липарит. Б. Диаграмма зависимости содержания TiO_2 в титаномагнетите от содержания титаномагнетита в гранитоидах гранитной группы (квадрат 1—1 диаграммы А). а—аляскит; б—гранит и граносиенит; в—сиенит; г—гранодиорит и кварцевый диорит.

Закономерности изменения породообразующих окислов в связи с изменением кислотности членов базальт-липаритового ряда, закономерное изменение количества редких и рассеянных элементов в связи с главными породообразующими элементами, сериальный характер изменения содержания микроэлементов (на данной стадии изученности) свидетельствуют о тесной генетической связи различных типов пород исследованной области.

Изученные разнотипные породы, являясь продуктами кристаллизационной дифференциации родоначальной базальтовой магмы, образуют единый генетический базальт-липаритовый ряд (С. Г. Карапетян проис-

хождение липаритовых и липарито-дацитовых пород связывает с самостоятельной гранитной магмой).

В будущем, комплексное исследование молодых эффузивных образований Армении, с применением новейшей лабораторной техники и методов определения абсолютного возраста вулканитов и прослаивающих их озерно-речных отложений, позволит получить более исчерпывающую информацию.

Ա. Ա. ԱԴԱՄՅԱՆ

ԵՐԵՎԱՆՅԱՆ ԳՐԱԲԵՆ–ՍԻՆԿԼԻՆՈՐԻՈՒՄԻ ՊԼԻՈ–ՊԼԵՅՍՏՈՑԵՆԻ ՀԱՍԱԿԻ ԷՖՈՒԶԻՎ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՄԻՆԵՐԱԼԱ–ԳԵՈՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Երևանյան գրաբեն-սինկլինորիումի պլիո-պլեյստոցենի էֆուզիվ ապարներում և նրանց մեջ պարունակվող տիտանոմագնետիտներում երկաթի խմբի (Fi, Ti, Cr, Co, Ni) և պետրոգեն ու հազվագյուտ ալկալային (K Li, Rb, Cs) տարրերի բաշխման օրինաչափությունների ուսումնասիրությունը թույլ է տալիս նշելու, որ 1) Fe, Ti, V և Mn պարունակությունները բազալտ-լիպարիտ շարքում մի փոքր ցածր են, իսկ Co, Ni և Cr քանակությունները հավասար են կլարկին։ Տվյալ ապարներում ցածր է նաև Mg պարունակությունը։ 2) Տիտանոմագնետիտի պարունակությունը տատանվում է 2,4—3,1 տոկոսի սահմաններում, իսկ տիտանի երկօքսիդը (TiO_2) տիտանոմագնետիտներում՝ 3,8 մինչև 11,8 տոկոս է և առավել մոտ է բազալտոիդային հալոցքից առաջացած ապարների համապատասխան պարունակություններին։ 3) Li և Rb պարունակություններն աճում են թթու ապարներում։ Cs-ի պարունակությունը բոլոր տիպի ապարներում կիրառվող մեթոդի զգայունությունից (5.10⁻³ տոկոս) ավելի ցածր է։ K/Rb հարաբերությունը նվազում է թթու ապարներում (514—253) և մոտենում է բազալտոիդային հալոցքից առաջացած համապատասխան թթվայնության ապարների K/Rb հարաբերությանը։ 4) Երևանյան գրաբեն-սինկլինորիումի պլիո-պլեյստոցենի հասակի էֆուզիվ ապարների սկզբնային հալոցքն ունեցել է բազալտոիդային կազմ, որի դիֆերենցման հետևանքով հավանաբար առաջացել են բազալտ-լիպարիտ շարքի ապարները։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Адамян А. А.* Базальты. В кн.: «Геология Армянской ССР», том IV, Петрография (вулканнческие породы). Изд. АН Арм. ССР, 1970.
2. *Адамян А. А.* Туфы и туфолавы южных склонов массива горы Арагац. Известия АН Арм. ССР, сер. геол. и географ. наук, т. IV, № 3, 1951.
3. *Адамян А. А.* К вопросу происхождения туфо-туфолавовых отложений Армении. Тр. лаборатории вулканологии, вып. 20, М., 1961.

4. *Адамян А. А.* Неогеновые и четвертичные эффузивные породы Приереванского района. Известия АН Арм. ССР, сер геол. и географ. наук, т. XIV, № 6, 1961.
5. *Адамян А. А.* Петрохимические особенности плиоценовых эффузивных пород Армении. В кн. «Петрохимические особенности молодого вулканизма». Изд. АН СССР, М., 1963.
6. *Адамян А. А.* Мио-плиоценовые вулканические породы Цахкуняцкого хребта и прилегающих к нему участков. В кн.: «Геология Арм ССР», т. IV, Петрография (вулканнческие породы). Изд. АН Арм. ССР, 1970.
7. *Адамян А. А.* К вопросу происхождения новейших плио-плейстоценовых эффузивных пород Ереванского грабен-синклинория. Инф. бюлл. Пост. семинара по палеовулканологии. Петропавловск-Камчатский, 1972.
8. *Богачев В. В.* К вопросу о геологическом возрасте некоторых третичных свит Армении. Известия АН СССР, сер. геолог., № 4, 1940.
9. *Виноградов А. П.* Среднее содержание отдельных химических элементов в главных типах пород. Геохимия, № 7, 1962.
10. *Габриелян А. А.* Третичные отложения Котайкского района Армянской ССР (стратиграфический очерк). Изд. АН Арм. ССР, Е., 1947.
11. *Габриелян А. А.* О новейшей тектонике Ереванского соленосного бассейна. ДАН Арм. ССР, т. XXXIV, № 4, 1962.
12. *Габриелян А. А.* Основные этапы геотектонического развития и магматической деятельности на территории Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XXI, 1—2, 1968.
13. *Габриелян А. А.* Фазы складкообразования и горообразования в Армении. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XXV, № 1, 1970.
14. *Гамбарян П. П.* Геолого-петрографический очерк района средней Занги. Тр. Совета по изучению природных ресурсов (СОПС), сер. Закавказская, вып. 10, АН СССР, 1934.
15. *Дир У. А., Хауи Р. А., Зусман Дж.* Породообразующие минералы. Т. 1,2. «Мир», М., 1965
16. *Заварицкий А. Н.* Некоторые черты четвертичного вулканизма Армении. Известия АН Арм. ССР, сер. физ-мат. и естеств наук, № 5—6, 1944
17. *Карапетян С. Г.* Липариты и липарито-дациты. В кн.: «Геология Армянской ССР», т. IV, Петрография (вулканические породы). Изд. АН Арм. ССР. 1970
18. *Карапетян К. И.* Петрохимические особенности четвертичного вулканизма Гегамского нагорья и Айоцдзора (Армения). В сб.: «Петрохимические особенности молодого вулканизма». Изд. АН СССР, М., 1963.
19. *Казаков М. П.* Гидрогеологические условия в низовьях Занги и Абарана. Труды совета по изучению природных ресурсов (СОПС), сер. Зак., вып. 10, АН СССР, 1934.
20. *Ляхович В. В.* Акцессорные минералы эффузивных и субэффузивных пород Известия АН СССР, серия геол., № 12, 1963.
21. *Милановский Е. Е.* Новейшая тектоника Кавказа. «Недра», М., 1968
22. *Овчинников Л. Н.* Элементы-примеси, как индикаторы процессов рудообразования и использование закономерностей их распределения при поисках и разведке месторождений. В кн.: «Химия земной коры», т. II, «Наука» 1964
23. *Овчинников Л. Н., Троянова М. В.* Закономерности распределения рубидия в изверженных и метаморфических породах Урала и их геологическое значение. В тр. Первого Уральского петрографического совещания. Т. I. Магматизм, металлогения Урала. Свердловск, 1963.
24. *Паффенгольц К. Н.* Четвертичные эффузивы Азербайджана и восточной Армении. В кн.: «Геология СССР», т. X, ч. 1, 1941.
25. *Сауков А. А.* Геохимия. «Наука», М., 1966.
26. *Турцев А. А.* Геологическая характеристика Егвардского водохранилища. Труды совета по изучению природных ресурсов (СОПС), сер. Закавказская, вып. 10. АН СССР, 1934.

27. *Таусон Л. В.* Геохимия лития, рубидия и таллия в магматическом процессе. В сб. «Геохимические циклы». Госгеолиздат, М., 1960.
28. *Ширинян К. Г.* Петрохимические особенности молодого верхнеплиоцен-постплиоценового вулканизма Армении. В сб.: «Петрохимические особенности молодого вулканизма». Изд. АН СССР, М., 1963.
29. *Ширинян К. Г.* Главные черты плио-плейстоценового вулканизма Армении. В кн.: «Геология Армянской ССР». Т. IV. Петрография (вулканические породы), 1970.
30. *Штейнберг Д. С., Фоминых В. Г.* Состав акцессорного титаномагнетита в различных типах гранитоидов Урала. ДАН СССР, т. 139, № 5, 1961.
31. *Шоу Д. М.* Геохимия микроэлементов кристаллических пор. «Недра». Л., 1969.
32. *Kuno H.* High-alumina basalt, Journal of petrology, Geological Institute, University of Tokyo, v. 1, № 2, 1960.