Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 3, 77—80, 1973

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 549.642.25.13.

А. А. АДАМЯН

ПИРОКСЕНЫ НОВЕЙШИХ ЭФФУЗИВНЫХ ПОРОД НЕКОТОРЫХ РАЙОНОВ АРМЯНСКОЙ ССР

Известно важное значение химизма породообразующих минералов эффузивных пород при решении ряда вопросов петрологии. В настоящей статье приводятся результаты минералогических исследований и химический состав пироксенов новейших эффузивных пород Лорийского плато и Ереванского грабен-синклинория.

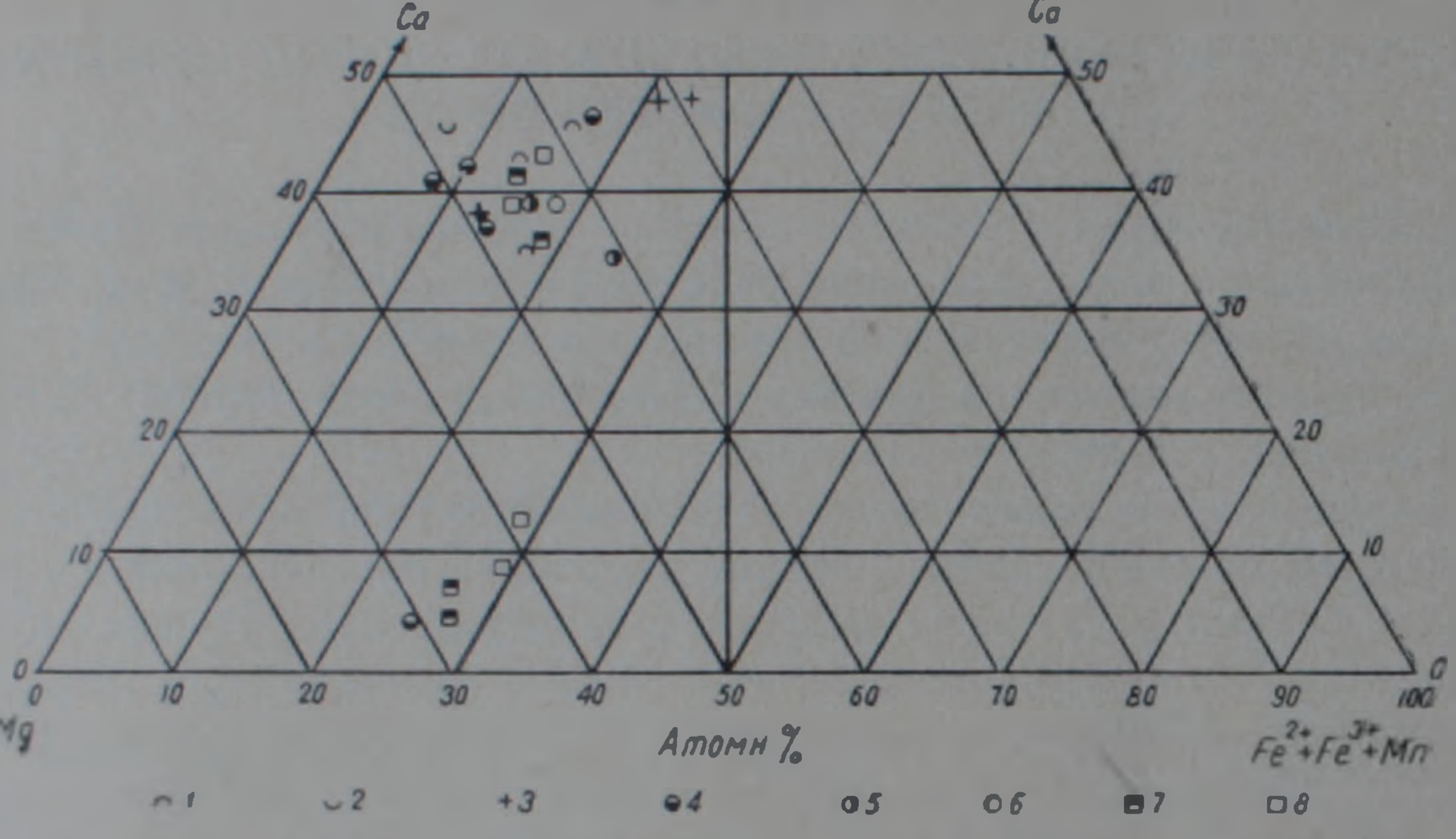
Эффузивную серию базальт-липаритового ряда представляют базальтовые лавы—долериты (нижние и верхние), плагиоклазовые и авгитовые базальты, а также андезито-базальтовые лавы—гиперстеновые, оливиновые, пироксеновые и плагиоклазовые разности [2, 3]. Андезиты делятся на двупироксеновые, авгитовые, гиперстено-роговообманковые, роговообманковые и роговообманково-гиперстеновые; из кислых пород распространены липарито-дациты, липариты и их рыхлые разности [6]; пирокластические породы представлены туфами (ереван-ленинаканского типа) и игнимбритами андезито-дацитового состава [1].

Моноклинный пироксен перечисленных пород преобладает среди минералов вкрапленников и является основным породообразующим фемическим минералом базальтов, андезито-базальтов и, в меньшей мере, андезитов и пирокластитов. Во всех случаях характерен однообразием химического состава, но отличается формой и размером зерен. В большинстве случаев, особенно в андезито-базальтах, встречается в виде порфировых вкрапленников, размером 1—2 *мм* по длине.

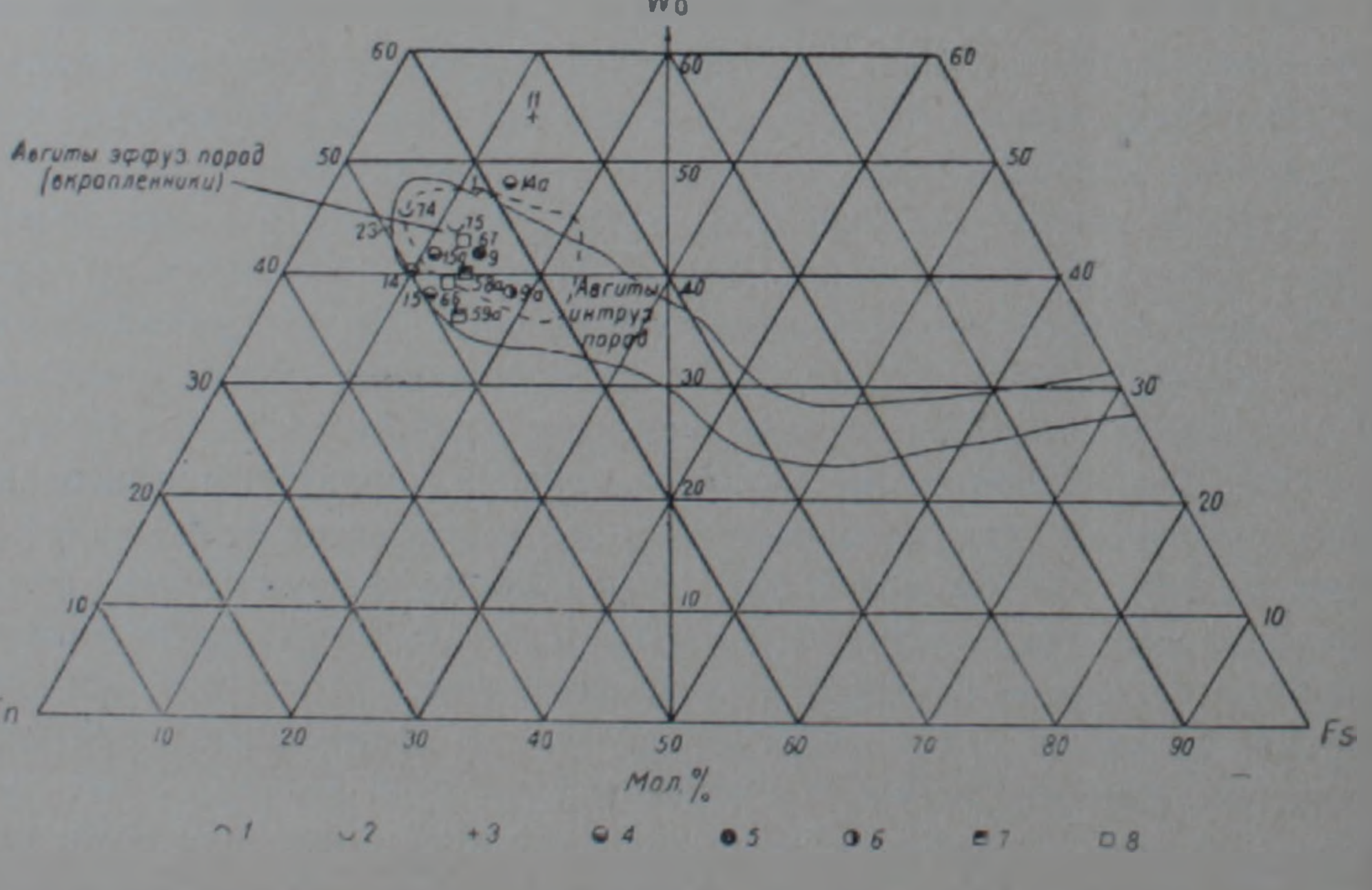
Зерна моноклинного пироксена чаще встречаются в гломеропорфировых скоплениях с оливином. Для долеритов нижнего покрова характерны микрокристаллические изоморфные, реже короткопризматические зерна, размером 0,05—0,1 *мм*, кучно расположенные между кристаллами плагиоклаза. Нередко мелкие зернышки располагаются вокруг зерен оливина. Для долеритов же верхнего покрова характерны офитовая и пойкилоофитовая структуры, размером зерен пироксена от 0,2 до 0,4 *мм* (реже до 0,5), причем для таких зерен обычны ксеноморфные неправильной формы выделения типа пойкилокристов, прорезанные мелкими призматическими и таблитчатыми кристаллами плагиоклаза. На ряде участков пироксен имеет субидиоморфные призматические очертания, проросшие идиоморфными длиннопризматическими зернами плагиоклаза, что свидетельствует об одновременности кристаллизации его и плагиоклаза.

Проведено 18 анализов моноклинных и 5 анализов ромбических пироксенов из разнотипных пород эффузивной серии исследованного района, включая пирокластические породы.

На диаграмме химического состава (фиг. 1) пироксенов в координатах содержания атомов Ca, Mg и (Fe^{2+} + Fe^{3+} +Mn) исследованные моноклинные пироксены располагаются в поле авгита [5]. На диаграмме М. М. Веселовской (фиг. 2) [4], показывающей зависимость между



Фиг. 1. Состав пироксенов в породах эффузивной серии (по разновидностям). 1—плагиоклазовый базальт. 2—авгитовый базальт. 3—нижний долерит. 4—гиперстеновый андезито-базальт. 5—пироксеновый андезито-базальт. 6—андезито-базальт. 7—туф еревано-ленинаканского типа. 8—игнимбрит. Диаграмма составлена по данным анализов, приведенным в таблице 1.



Фиг. 2. Классификация пироксенов по М. М. Веселовской. 1—плагиоклазовый базальт. 2—авгитовый базальт. 3—нижний долерит. 4—гиперстеновый андезито-базальт. 5—оливиновый андезито-базальт. 6—пироксеновый андезито-базальт. 7—туф еревано-ленинаканского типа. 8—игнимбрит.

Таблица 1

Состав пироксенов пород эффузивной серии базальт-липаритового ряда

Окислы	Плагиоклазовый базальт		Авгитовый базальт		Нижний долерит		Верхний долерит	Пироксеновый андезито-базальт		Андезито-базальт	Гиперстеновый андезито-базальт					Туф еревано-ленинаканского типа				Игнимбрит			
	Авгит	Авгит	Авгит	Авгит	Авгит	Авгит	Авгит	Авгит	Авгит	Авгит	Гиперстен	Авгит	Авгит	Авгит	Авгит	Авгит	Гиперстен	Авгит	Гиперстен	Авгит	Гиперстен	Авгит	Гиперстен
SiO_2	47,00	45,20	48,56	46,75	47,00	46,80	47,04	46,00	46,00	48,70	43,12	49,68	49,76	47,46	50,90	49,85	51,50	49,10	50,50	46,85	48,25	46,45	50,20
TiO_2	0,73	0,65	0,80	1,15	0,15	0,15	2,34	0,15	0,60	0,60	0,23	0,60	0,56	0,79	0,74	0,90	0,66	1,86	1,33	0,11	0,99	0,65	0,65
Al_2O_3	8,17	7,30	11,60	2,85	2,65	9,41	8,57	8,35	4,95	3,60	3,74	5,21	5,68	7,35	4,91	4,51	2,89	3,38	4,10	6,31	3,96	3,60	2,20
Fe_2O_3	7,80	5,93	0,28	6,66	7,45	2,81	3,95	5,00	9,09	5,49	4,00	1,41	1,81	2,58	0,85	3,04	6,83	4,63	4,72	5,83	7,12	3,48	8,21
MnO	—	0,29	0,15	0,07	—	—	—	0,20	0,21	0,72	—	—	—	0,02	—	—	—	—	—	0,14	0,52	0,20	0,87
FeO	—	4,34	2,99	3,73	0,72	9,36	—	5,60	5,86	5,86	16,02	4,35	6,56	4,80	5,60	6,49	10,55	7,50	12,60	4,48	11,95	6,59	9,89
MgO	16,38	13,66	15,00	15,44	10,60	14,40	10,00	15,20	16,43	15,02	30,48	17,83	16,52	13,52	16,70	15,00	23,84	16,56	23,95	14,52	21,63	17,10	20,82
CaO	20,08	21,44	20,00	21,86	21,25	15,74	20,05	19,05	13,66	19,29	2,40	20,40	17,84	23,04	20,02	19,20	3,75	17,48	3,29	2,45	4,70	20,72	0,72
Na_2O	0,60	1,00	0,57	1,07	—	0,83	—	0,73	—	0,80	—	0,42	1,26	0,42	0,50	0,60	0,42	0,37	0,32	1,07	0,37	0,90	0,65
K_2O	0,18	0,20	0,17	0,30	—	0,15	—	0,28	1,70	0,15	не обн	0,07	—	0,10	0,15	0,35	0,37	0,15	0,22	0,27	0,27	0,30	0,40
H_2O	—	0,35	0,16	0,55	—	—	—	0,20	0,20	не обн	—	0,32	—	—	0,24	—	—	—	—	0,70	0,85	—	0,19
S	—	—	—	—	—	—	—	—	0,75	0,25	—	0,04	—	—	0,24	—	—	—	—	—	—	—	—
Сумма	100,94	100,36	100,28	100,43	83,82	99,65	82,95	100,76	99,45	100,48	99,99	100,33	99,99	100,00	100,65	99,94	100,81	101,03	104,33	82,73	100,61	99,99	100,78
Содержание минерала в породе в объемных %	11,7		43,1		12,4	22,8	26,4		25,5	0,8	23		12,1		1,0	1,0		3,0		3,0		1,3	3,6	1,3	3,6

Оптические константы

Ng	1,710		1,711		1,714	1,726	1,720	1,725	1,715	1,694	1,728	1,710	1,710			1,690		1,719				1,708	1,720
Np	1,681		1,685		1,690	1,699	1,696	1,702	1,688	1,664	1,715	1,681	1,685			1,660		1,704				1,682	1,760
CNg	36°		50°		43°	46°	48°	43°	40°	38°	—	40	42°			45°		5°				45°	5°
2 V	54°		56°		59°	54°	60°	55°	59°	54	—72°	58°	56°			50°		—70				53°	—72°
Ng—Np	0,029		0,026		0,024	0,027	0,024	0,023	0,027	0,03	0,013	0,029	0,025			0,03		0,015				0,026	0,01
Ng		1,710	1,710	1,710	1,714	1,726	1,720		1,725		1,728	1,710		1,7100	1,728	1,71			1,728	1,714	1,712	1,714	1,722
Np		1,692	1,692	1,692	1,694	1,699	1,696		1,702	1	1,515	1,689		1,691	1,715	1,60			1,715	1,702	1,706	1,702	1,714

Количество ионов в пересчете на 6 (0)

Si	1,75	1,70	1,75	1,75	1,73	1,78	1,84	1,71	1,75	1,78	1,63	1,83	1,83	1,76	1,85	1,88	1,85	1,81	1,82	1,76	1,80	1,76	1,85
Al	0,12	0,32	0,23	0,127	0,23	0,19	0,30	—	0,21	0,158	0,162	0,22	0,24	0,22	0,12	0,09	0,12	0,146	0,187	0,04	—	0,159	0,097
Al	0,33	—	0,26	—	—	0,22	0,09	0,34	—	—	—	—	—	0,10	0,19	0,11	—	—	—	0,24	0,174	—	—
Ti	0,02	0,024	0,02	0,034	0,04	0,004	0,07	0,004	0,018	0,018	0,006	0,019	0,015	0,02	0,02	0,03	0,02	0,05	0,035	0,002	0,03	0,018	0,018
Fe^{3+}	0,35	0,167	0,09	0,19	0,42	0,07	—	0,14	0,27	0,153	0,11	0,04	0,048	0,07	0,026	0,086	0,187	0,123	0,125	0,16	0,196	0,10	0,226
Mn	—	0,009	0,004	0,002	—	—	—	—	0,006	0,022	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,026
Mg	0,89	0,76	0,805	0,845	0,58	0,80	0,58	0,845	0,776	0,84	1,7	0,97	0,90	0,75	0,91	0,84	1,28	1,91	1,29	0,80	1,20	0,96	1,156
Fe^{2+}	—	0,138	0,004	0,115	0,01	0,29	0,12	0,17	0,188	0,185	0,505	0,137	0,20	0,27	0,17	0,20	0,32	0,236	0,38	0,14	0,38	0,20	0,30
Ca	0,64	0,86	0,775	0,88	0,96	0,63	0,60	0,76	0,67	0,78	0,01	0,785	0,69	0,91	0,79	0,77	0,148	0,69	0,129	0,82	0,18	0,83	0,27
Na	0,043	0,072	0,04	0,081	—	0,05	—	0,049	0,12	0,058	—	0,025	0,04	0,026	0,004	0,044	—	0,026	0,021	0,04	0,04	0,063	0,049
K	0,08	0,009	0,008	0,012	—	0,004	—	0,013	0,03	0,009	—	0,001	—	0,004	0,008	0,018	—	0,009	0,008	0,013	0,013	0,013	0,018

Атомное количество

Mg	47,5	39,2	48,0	42,0	29,0	44,6	44,6	44,2	40,0	42,5	70,9	50,5	49,3	37,5	48,0	44,4	66,6	46,4	67,5	41,6	61,5	45,6	59,1
Fe	18,5	16,3	5,8	14,4	23,0	20,2	9,3	16,0	25,0	18,1	25,4	9,0	13,0	17,1	10,3	14,8	25,1	18,2	26,2	15,9	29,3	14,8	27,1
Ca	34,0	44,5	46,2	43,6	48,0	35,2	46,1	39,8	35,0	39,4	3,7	40,5	37,7	45,4	41,7	40,8	7,3	35,4	6,3	42,5	9,2	39,6	13,8

Молекулярное количество

FeS	6,2	12,0	6,5	10,7	12,9	18,6	21,05	13,2	18,2	13,9	23,8	9,8	12,3	13,3	9,8	13,2	22,1	15,0	14,0	11,9	25,2	12,7	22,7
No	43,8	47,0	46,0	45,0	54,1	35,7	46,5	41,3	38,1	41,5	4,1	40,8	38,5	47,7	42,4	41,5	7,9	37,0	7,0	44,6	10,3	40,5	14,8
En	50,0	41,0	47,5	44,3	33,0	45,7	32,5	45,5	43,7	44,4	72,1	49,4	49,2	39,0	47,8	45,3	70,0	48,0	69,0	43,5	64,5	46,8	62,5

Железистость авгитов

	10,6		10,56	19,60	17,50		13,4	22,2	29,10	23,8		14,7	19,8	16,9	19,8	23,10		23,30		21,20		21,0	

Отношение Mg: Ca авгитов

	1,10		1,04	0,98	0,60		0,50	1,1	1,16	1,08		1,20	0,80	1,10	1,0	1,10		1,3		0,98		1,15	

оптическим углом и составом пироксена эффузивных пород, исследованный минерал укладывается в поле авгита эффузивных пород.

Таким образом, моноклинный пироксен как основных типов пород, так и туфов и игнимбритов соответствует авгиту.

При рассмотрении коэффициентов кристаллохимических формул (табл. 1) нетрудно заметить особенности химизма проанализированных авгитов. Характерной чертой их является магнезиальность. Большинство из рассмотренных авгитов характеризуется небольшим преобладанием магнезия над кальцием (табл. 2), отношение магния к кальцию—от 0,95 до 2,3.

Для всех проанализированных авгитов характерна низкая железистость $\left(\text{рассчитана по формуле } f=\frac{100\,(Fe^{2+}+Fe^{3+})}{Mg+Fe^{2+}+Fe^{3+}}\right)$; она колеблется от 10 до 23, только в одном случае составляет 29. При сравнении железистости авгитов разнотипных и разновозрастных пород эффузивной серии замечено, что авгиты базальтоидов верхнеплиоценового возраста менее железисты (10—19), чем авгиты сравнительно кислых четвертичных пород (оливиновые, пироксеновые андезито-базальты, туфы ереванo-ленинаканского типа и игнимбриты).

По данным оптических констант (табл. 1) ясно видно, что оптика для всех измеренных пироксенов (с учетом превышения $2v$ на 5—6° [4]) довольно хорошо согласуется с химизмом. Описываемые авгиты обладают устойчивостью, постоянством химического состава—умеренным однообразием кальциевой фазы и сравнительно меньшими вариациями в отношении между магнезиальным и железистым силикатами, несколько обогащены глиноземом, что характерно и для других породообразующих минералов исследованных пород. Замечено увеличение железистости авгитов в более поздних породах серии, что, вероятно, является результатом дифференциации базальтовой магмы.

Особенностью авгитов, образовавшихся в раннюю стадию дифференциации базальтовой магмы, является значительное количество кальциевой фазы и содержание глинозема в несколько больших количествах. По указанным признакам исследованные авгиты отличаются от таковых толеитового ряда и ближе к авгитам высокоглиноземистого базальта [7].

Приближенно-количественным спектральным анализом выявлены Sr, Zi, Cu, Ga, Sr, Sc, Ti, Mn, Cr, Ni, Co и Zn. Во всех исследованных авгитах встречаются также спорадически Pb, Sn, Ge, Mo, Ag, Y, Be, Ba, P.

Ромбический пироксен. Преимущественно встречается в гиперстеновых андезито-базальтах в количестве до 2,3%, еще меньше в плагиоклазовых андезито-базальтах (до 1,54%), в гиперстено-роговообманковых андезитах (0,7%) и весьма спорадично в роговообманково-гиперстеновых андезитах и пирокластических породах. Обычные формы встреченных кристаллов короткопризматические, слегка вытянутые по (001), размерами 0,1—0,2 *мм*, весьма редко до 4 *мм*. В пирокластических породах

часты обломки кристаллов. В зернах гиперстена хорошо выражена обычная спайность по (110). Гиперстен слабо плеохроичен: наблюдается розовый тон по Np и светло-зеленый по Ng. Обычно гиперстен встречается в виде отдельных зерен, реже в сочетании с зернами авгита и оливина, образуя гломеропорфировые сростки, которые оплавлены и окаймлены мелкими микролитами плагиоклаза.

Исследованный гиперстен из пород андезито-базальтового, андезито-дацитового состава, обладает постоянством химического состава, умеренно однообразным содержанием железистой фазы, умеренным содержанием глинозема и сравнительной устойчивостью.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 18- VI.1971

ЛИТЕРАТУРА

1. *Адамян А. А.* Туфы и туфолавы южных склонов массива горы Арагац. Известия АН Арм. ССР, Физ-мат., естеств. и технич. науки, т. IV, № 3, 1951.
2. *Адамян А. А.* Неогеновые и четвертичные породы Приереванского района. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XIV, № 6, 1961.
3. *Адамян А. А.* Базальты. В кн. «Геология Армянской ССР», т. IV, Петрография (вулканические породы). Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1970.
4. *Веселовская М. М.* Химико-минералогическое исследование в области пироксенов диопсид-авгитового ряда. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, петрограф. серия, вып. 86, 1950.
5. *Дир У. А., Хауи Р. А., Зусман Дж.* Породообразующие минералы. «Мир», т. 1, 2, М., 1965.
6. *Карапетян С. Г.* Липариты и липарито-дациты. В кн. «Геология Армянской ССР», т. IV, Петрография (вулканические породы). Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1970.
8. *Kuno X.* High-alumina basalt (Geological Institute, University of Tokio Japan). Journal of petrology. v. 1, № 2, 1960.