

УДК 549.621.9+549.731.1:552.321.6(479 25)

Р. Г. ГЕВОРКЯН, Ф. В. КАМИНСКИЙ, А. С. ПАВЛЕНКО,
Л. И. МАРТИРОСЯН, С. Б. АБОВЯН, К. А. ШЕПЕЛЕВА, Н. Д. ХАЧАТРЯН

ГРАНАТЫ И ХРОМШПИНЕЛИДЫ В АЛМАЗОНОСНЫХ УЛЬТРАМАФИТАХ АРМЕНИИ

В последнее время возросло внимание геологов к ультрамафитам Армении. Это объясняется как той важной ролью, которую играют ультрамафитовые породы при реконструкции процессов мантийного петрогенеза, так и их потенциальной практической ценностью, в частности, находками в последние годы в Армении алмазов [3—10].

Образование найденных алмазов трудно объяснимо с позиций классических представлений о генезисе этого минерала и о его связи только с кимберлитовыми породами [9, 10]. В частности, при наличии в ультрамафитах алмазов оставалась неясной роль в этих породах других высокобарических минералов и в первую очередь гранатов. Тем не менее, число находок алмазов в Армении с каждым годом увеличивается. Одновременно появляются факты, проясняющие их происхождение и помогающие подойти к решению вопроса о целенаправленных поисках алмазов в Армении.

Наряду с прямым обнаружением алмазов, целенаправленные исследования выявили в рыхлых и коренных породах Севано-Амасийского и Вединского офиолитовых поясов типоморфную ассоциацию минералов-спутников алмаза [7], среди которых особое место отводится гранатам и хромшпинелидам [13], результаты детального изучения которых с помощью микрозондовой техники предлагаются в настоящей статье.

Кроме гранатов и хромшпинелидов в исследованных ультрамафитах в качестве устойчивых акцессорных минералов-спутников алмаза встречены и единичные зерна муассанита [4], графита, корунда, пикроильменита, хромдиоксида, красного циркона, платины и др. [7].

Гранаты были обнаружены при проведении детального минералогического изучения ультрамафитов Степанаванского и Амасийского районов и северо-восточного побережья оз. Севан—Присеванского офиолитового пояса.

Ультрамафиты и генетически связанные с ними мафиты на территории Армянской ССР входят в состав двух дугообразных офиолитовых поясов с.-з. простирания—Севанского и Вединского. Они продолжают на СЗ в Турцию и на ЮВ в Иран и являются, таким образом, частью обширной цепи офиолитов средиземноморской геосинклинальной области. Оба пояса развиваются вдоль полос глубинных разломов: Севанский—вдоль «Главного надвига» и Вединский—вдоль Ереванского разлома, разделяющих различные структурно-фациальные зоны, соответственно: Присеванскую мегасинклинальную зону от Сом-

хето-Карабахской мегантиклинальной зоны и Ереванскую мегасинклинальную зону от Приараксинской мегантиклинальной зоны [2].

По своим главнейшим особенностям мафит-ультрамафитовые породы относятся к типичным представителям «альпинотипных» габбро-перидотитовых комплексов Е. Д. Джексона и Т. П. Тайера [19].

В процессе исследований пробы пород подвергались термохимическому разложению щелочами с последующим выщелачиванием водой и с кислотной обработкой. В результате в нерастворимом остатке сохранились наиболее устойчивые минералы. При этом в ряде проб из коренных и осадочных—аллювиально-делювиальных пород были найдены мелкие (0,1—0,5 мм) алмазы—пробы № ХМК-3; ХМА-9, ХМА-11 [6].

В офиолитовых поясах Армении гранат алюминиевого и гроссулярового составов известен в перидотитах, габброидах и верлитах габбрового комплекса [2, 15].

В результате наших исследований гранаты выявлены также в серпентинизированных перидотитах Амасийского района (Мумухан-Красарский массив—пробы № ХМК-3, 1015) и северо-восточного побережья оз. Севан, выходящих на поверхность в долине р. Кочкаран (проба № ХБК-7) и близ пос. Джил (ХБК-13, Джил-Сатанахачский массив). Кроме того гранаты найдены в аллювии р. Мец-Ару, размывающей ультрамафиты у с. Катнахпюр (ХМА-1) и в третичных отложениях этого же района (ХМК-2).

Извлеченные из нерастворимого остатка зерна гранатов имеют светло-розовый, реже (пробы ХМА-1 и ХБК-13) светло-оранжевый цвет. Их размер колеблется от 0,075 до 1,25 мм, форма изометричная или неправильная, часто со следами оплавления (возможно, приобретенными в процессе анализа). У некоторых из наиболее крупных зерен (ХМА-1, ХМК-3) имеются реликты граней ромбододекаэдра. Показатель преломления всех зерен больше 1,78.

Шесть зерен гранатов были проанализированы на рентгеновском микроанализаторе «Камека» MS-46 в Институте геологии и геофизики СО АН СССР с применением эталонов, любезно предоставленных лабораторией микрозондирования этого института.

Кремнезем, алюминий, железо, магний определялись по пиропу 0-145 из кимберлитовой трубки «Обнаженная»; кальций—по диоксиду; марганец—по марганцевому гранату; хром—по хромиту; титан—по рутилу. Ускорительное напряжение составляло 15 кв. В каждом зерне определялось по 5 точек, результатом анализа принималось среднее из пяти значений. При получении результатов использовалась программа «Силикат» [11].

Данные анализов приведены в таблице 1.

Обработка результатов анализов показывает, что гранаты на 52—54% состоят из альмандинового компонента с примесью 20—22% пиропового и 19—22% гроссулярового компонентов. При этом составы всех зерен весьма близки между собою. Гранаты такого состава не ха-

Таблица 1

Результаты анализов гранатов

Компоненты	ХМА-1	ХМК-2	ХМК-3	ХБК-7	ХБК-13	
<i>SiO₂</i>	39,94	38,95	38,30	37,58	37,54	37,72
<i>TiO₂</i>	0,05	0,07	0,13	0,13	0,04	0,04
<i>Al₂O₃</i>	21,22	20,43	20,75	20,56	20,21	21,20
<i>Cr₂O₃</i>	0,015	0,03	0,015	0,00	0,015	0,015
<i>FeO</i>	25,65	25,44	25,81	25,61	25,41	25,14
<i>MnO</i>	0,53	0,63	0,75	0,66	0,69	0,63
<i>MgO</i>	5,51	5,36	5,52	5,35	5,15	5,26
<i>CaO</i>	8,82	8,71	8,54	8,29	8,89	8,49
Сумма	101,735	99,64	99,815	98,18	97,945	98,495
<i>Si</i>	3,052	3,049	3,002	2,996	3,005	2,988
<i>Ti</i>	0,003	0,004	0,008	0,008	0,002	0,002
<i>Al</i>	1,910	1,885	1,916	1,931	1,906	1,979
<i>Cr</i>	0,001	0,002	0,001	0,000	0,001	0,001
<i>Fe²⁺</i>	(0,065)	(0,093)	(0,091)	(0,080)	(0,106)	(0,032)
	1,639	1,665	1,692	1,707	1,701	1,665
<i>Fe³⁺</i>	(1,574)	(1,572)	(1,601)	(1,627)	(1,595)	(1,633)
<i>Mn</i>	0,034	0,042	0,050	0,045	0,047	0,043
<i>Mg</i>	0,628	0,626	0,645	0,636	0,615	0,621
<i>Ca</i>	0,722	0,731	0,717	0,708	0,762	0,721
Сумма	7,989	8,004	8,031	8,031	8,039	8,030
Пироп	21,2	21,1	21,6	21,1	20,3	20,6
Альмандин	53,1	52,7	53,3	53,6	52,7	54,0
Спессартин	1,1	1,4	1,7	1,5	1,6	1,4
Гроссуляр	21,0	19,8	19,4	19,5	19,9	22,2
Андрадит	3,3	4,7	4,6	4,0	5,3	1,6
<i>Ti</i> -Андрадит	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1
Уваровит	0,1	0,1	0,1	—	0,1	0,1
Сумма	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

рактарны ни для алмазоносных кимберлитов, ни для содержащихся в них ксенолитов ультраосновных пород. Они более схожи с гранатами из пород гранулитовой фации метаморфизма и с некоторыми гранатами из эклогитов [16]. Однако в данном случае важен сам факт наличия в породах граната, устойчивого при давлениях до нескольких десятков килобар.

Гранат в серпентинизированном гарцбургите, слагающем центральную часть Мумухан-Красарского массива, образует идиоморфные, хорошо ограниченные кристаллы розово-красного цвета, размерами до 1 мм. Количество его составляет 4—6% от объема породы. Химический состав и кристаллохимическая формула отобранного граната (обр. 1015) приведены в нижеследующей табл. 2.

Сопоставление анализов, выполненных с помощью микрозонда (табл. 1), с данными силикатного химического анализа граната (табл.

Таблица 2

Окислы	Вес в %	Элементы	Количество ионов в пересчете на 24 (0)	Молек. % конечных членов группы граната
SiO_2	38,10	Si	0,929	Альмандин — 44,5
TiO_2	0,65	Al	0,071	
Al_2O_3	18,70	Al	3,349	Андрадит — 15,5 Гроссуляр — 15,4
Fe_2O_3	7,21	Fe^{+3}	9,840	
FeO	20,51	Ti	0,084	
MnO	0,87	Mg	1,429	Пироп — 22,8 Спессартин — 1,8
MgO	6,15	Fe^{+2}	2,661	
CaO	8,21	Mn	0,112	
Na_2O	0,10	Na	0,037	
K_2O	0,20	Ca	1,363	
H_2O	не обн.	K	0,037	
п.п.п.	не обн.	—	—	
Сумма	100,70			

2) указывает на весьма удовлетворительное сходство полученных данных обоими методами.

Наряду с гранатами, во всех пробах были встречены в значительном количестве более обычные для ультрамафитов акцессории—хромшпинелиды. Они составляют преобладающую часть нерастворимого остатка и представлены темно-бурыми кристаллами октаэдрического или округлого (возникшего, возможно, в результате растворения в ходе анализа) облика размером от 0,01 до 1,25 мм. На гранях октаэдра иногда можно наблюдать штриховку. Вероятно, эти кристаллы можно считать мономинеральными индивидами выделений неправильной формы, которые ранее были описаны в ультрамафитах Армении [1].

Десять зерен хромшпинелидов из пяти проб были проанализированы на микрозонде «Камека» по той же методике и с теми же эталонами, что и гранаты. Результаты анализов приведены ниже в табл. 3 и на рис. 1.

Результаты анализов показывают, что, в отличие от гранатов, хромшпинелиды варьируют по составу даже в пределах одной пробы. По классификации Н. В. Павлова большинство зерен попадает в поле алюмохромита, остальные—в пограничные с ним части полей субферрихромита и хромита (рис. 1). Они близки по составу к рудообразующим и акцессорным хромшпинелидам Кемпирсайского плутона [14], но отличаются от них меньшей хромистостью (60—70% хромового компонента по сравнению с 75—85% его в уральских) и большей железистостью (соответственно 4—8 и 1—5% Fe^{+3} -компонента). Но при этом среди двухвалентных катионов в хромшпинелидах Армении железо играет меньшую роль, чем в уральских хромшпинелидах.

В целом хромшпинелиды из ультрамафитов Армении отвечают по составу хромшпинелидам из ультрамафитов дунит-гарцбургитовой ас-

Результаты анализов хромшпинелидов

Компоненты	ХМК—3		ХМК—4		ХБК—7		ХБК—13		ХБК—15	
<i>SiO₂</i>	0,03	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
<i>TiO₂</i>	0,18	0,16	0,11	0,21	0,08	0,05	0,02	0,09	0,24	0,19
<i>Al₂O₃</i>	20,17	17,63	16,18	18,97	13,12	19,85	15,60	9,68	16,27	16,14
<i>Cr₂O₃</i>	45,69	46,27	52,20	48,38	52,12	45,02	51,95	55,40	49,25	49,74
<i>FeO</i>	19,76	23,41	16,46	19,10	19,57	20,55	15,98	17,16	15,56	17,37
<i>MgO</i>	13,20	10,86	13,34	12,41	10,80	11,07	14,03	11,82	14,56	17,75
Сумма	99,03	98,39	98,34	99,07	95,69	96,54	97,78	94,15	95,88	96,22
<i>Tl</i>	0,002	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
<i>Al</i>	0,004	0,004	0,003	0,005	0,002	0,001	0,005	0,002	0,006	0,005
<i>Cr</i>	0,680	0,752	0,613	0,711	0,526	0,765	0,594	0,397	0,627	0,627
<i>Fe⁺³</i>	1,198 (0,153)	1,144 (0,131)	1,327 (0,074)	1,217 (0,087)	1,402 (0,092)	1,165 (0,091)	1,327 (0,097)	1,524 (0,100)	1,274 (0,122)	1,296 (0,094)
<i>Fe⁺²</i>	0,641 (0,488)	0,523 (0,392)	0,443 (0,369)	0,508 (0,421)	0,557 (0,465)	0,562 (0,471)	0,432 (0,335)	0,499 (0,399)	0,426 (0,304)	0,479 (0,385)
<i>Mg</i>	0,530	0,623	0,639	0,589	0,546	0,540	0,676	0,613	0,710	0,626
Сумма	3,055	3,047	3,027	3,030	3,033	0,033	3,034	3,035	3,043	3,034
Ульвошпинель	0,4	0,4	0,3	0,5	0,2	0,1	0,5	0,2	0,6	0,5
$Cr = \frac{Cr}{Cr + Al + Fe^{+3}}$	58,9	55,3	65,0	60,4	69,4	57,7	65,9	75,4	62,9	64,2
$Al = \frac{Al}{Cr + Al + Fe^{+3}}$	33,5	37,0	30,0	35,3	26,1	37,8	29,5	19,7	31,0	31,1
$Cr / Cr + Al$	63,8	60,4	68,4	63,1	72,5	60,4	69,1	79,3	67,0	67,2
$Fe^{+2} + Fe^{+3} + Mg$	48,0	38,6	36,6	41,7	45,9	46,5	32,8	39,4	30,0	38,0

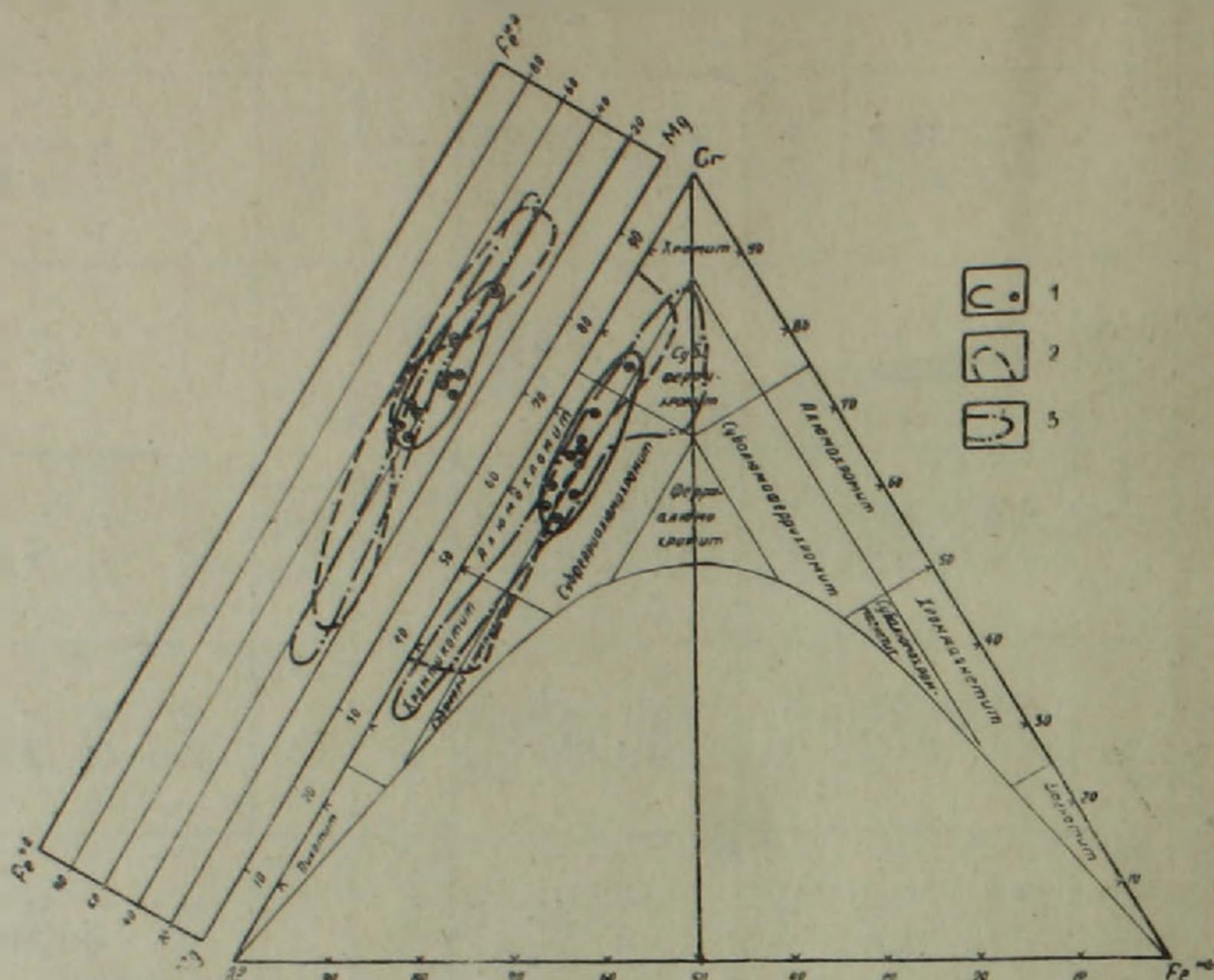


Рис. 1. Диаграмма состава хромшпинелидов по Н. В. Павлову [14]. 1—поле и фигуративные точки хромшпинелидов из ультрамафитов Армении; 2—поле рудных и акцессорных хромшпинелидов из ультрамафитов Кемпирсайского плутона на Урале [14]; 3—поле хромшпинелидов из кимберлитов Якутии и содержащихся в них ксенолитов перидотитов [17].

социации Урала, отличаясь от шпинелидов дунит-клинопироксенитовой ассоциации того же региона меньшей железистостью [18].

Полученные результаты имеют важное генетическое и практическое значение. Во-первых, наличие в ультрамафитах Армении акцессорных гранатов альмандин-пиропового ряда свидетельствует о близости этих пород к гранатовым перидотитам. Во-вторых, нахождение этих гранатов совместно с алмазами может явиться одним из критериев алмазоносности ультрамафитов Армении.

Авторы благодарят Л. Н. Поспелову за помощь, оказанную Л. И. Мартиросян в проведении анализов минералов на микрозонде.

Ереванский политехнический институт им. К. Маркса,
 Центральный научно-исследовательский институт
 цветных и благородных металлов, г. Москва,
 Управление геологии СМ Армянской ССР,
 Институт геологических наук АН Армянской ССР

Поступила 13.IX.1976.

Ռ. Գ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ, Տ. Վ. ԿԱՄԻՆՍԿԻ, Ա. Ս. ՊԱՎԼԵՆԿՈ, Լ. Ի. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ,
Ս. Բ. ԱՐՈՎՅԱՆ, Կ. Ա. ՇԵՊԵԼԵՎԱ, Ն. Դ. ԽԱԶԱՏՐՅԱՆ

ԿՐԱՆԱՏՆԵՐԸ ԵՎ ՔՐՈՄՇՊԻՆԵԼԻԻԿՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ
ԱՄՄԱՍՏԱՐԵՐ ՈՒՆՏՐԱՄԱՖԻՏՆԵՐՈՒՄ

Ս. մ փ ո փ ո լ մ

Հայկական ՍՍՀ Մերձսևանյան օֆիոլիտային գոտու ալմաստաբեր ուլտրա-
մաֆիտներում առաջին անգամ հայտնաբերված են ալմանդին-պիրոպի շար-
քին պատկանող ալցեսոոր գրանատները: Նրանց հետ զուգակցվող քրոմիզպինի-
լիդներն ունեն ալյումոքրոմիտային կազմ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Абовян С. Б. О редких случаях нахождения хромитового оруденения среди габбро и лиственитов Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XVIII, № 2, 1965.
2. Абовян С. Б., Геворкян Г. М. Некоторые вопросы геологического положения гипербазитов Армянской ССР и перспективы их хромитоносности. ДАН Арм. ССР, т. XLIX, № 2, 1969.
3. Геворкян Р. Г. Об алмазонасности территории Армении. В сб. «Тез. докл. респ. научно-техн. конф молодых научных сотрудн. Армении», 17—18 декабря 1973 г. Секция Науки о Земле, Ереван, 1973.
4. Геворкян Р. Г., Гуркина Г. А., Каминский Ф. В. Новый политип муассанита, обнаруженный в Армении. В сб. «Магматизм и металлогения Армянской ССР», вып. 7, 1974.
5. Геворкян Р. Г., Дуденко Ю. А., Клюев Ю. А., Непша В. И., Павленко А. С., Платонов Г. Л., Шмаков В. С. О находке и исследовании кристаллов алмаза в Армении. ДАН Арм. ССР, т. LXI, № 3, 1975.
6. Геворкян Р. Г., Каминский Ф. В., Лунев Б. С., Осовецкий Б. М., Ткаченко Л. А., Шепелева К. А., Хачатрян Н. Д. Новые находки алмазов в ультрамафитах Армении. ДАН Арм. ССР, т. LXIII, № 3, 1976.
7. Геворкян Р. Г., Бобривич А. П., Лунев Б. С., Павленко А. С., Хачатрян Н. Д. Минералогические критерии алмазонасности офиолитовой ассоциации Армении. Известия высших учебных заведений СССР, серия «Геология и разведка», № 10, 1977.
8. Геворкян Р. Г., Бабаян Г. Б., Бобривич А. С., Бартошинский З. В., Гулян Э. Х., Гаспарян М. Г., Хачатрян Н. Д., Арсенян Г. М., Лучев Б. С., Осовецкий Б. М., Уткин Р. Е., Самойлович М. И., Белименко Л. Д. Мелкие алмазы из рыхлых отложений Армении. Тр Арм. геол. об-ва, вып. 1, 1977.
9. Каминский Ф. В., Прокопчук Б. И. Новые источники алмазов. «Природа», № 10, 1974.
10. Каминский Ф. В., Геворкян Р. Г. Некимберлитовые первоисточники алмазов. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 2, 1976.
11. Лаврентьев Ю. Г., Афонин В. П., Бердичевский Г. В., Чернецкая Н. А., Поспелова Л. Н. Программа для вычисления результатов количественного рентгено-спектрального микроанализа многокомпонентных образцов. В сб. «Аппаратура и методы рентгеновского анализа». «Машиностроение», вып. XIII, Л., 1974.
12. Павленко А. С., Геворкян Р. Г., Асланян А. Т., Гулян Э. Х., Паланджян С. А., Егоров О. С. К вопросу об алмазонасности гипербазитовых поясов Армении. Геохимия, № 3, 1974.

13. Павленко А. С., Геворкян Р. Г., Мартиросян Л. И. Геохимические критерии глубинности пород офиолитовой ассоциации Армении. Известия высших учебных заведений СССР, серия «Геология и разведка», № 9 (депонент № 1859-77д), 1977.
14. Павлов Н. В., Кравченко Г. Г., Чупрынина И. И. Хромиты Кемпирсайского плутона. «Наука», М., 1968.
15. Паладжян С. А. Петрология гипербазитов и габбросидов Севанского хребта. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1971.
16. Соболев Н. В. Парагенетические типы гранитов. «Наука», М., 1964.
17. Соболев Н. В., Похиленко Н. П., Лаврентьев Ю. Г., Усова Л. В. Особенности состава хромшпинелидов из алмазов и кимберлитов Якутии. «Геология и геофизика», № 11, 1975.
18. Царицын Е. П. Состав хромшпинелидов как критерий генетического разделения производных ультраосновного магматизма. Тр. ИГиГ УНЦ АН СССР, вып. 102, 1973.
19. Jackson E. D., Thayer T. P. Some criteria for distinguishing between stratiform, concentric and alpine peridotite-gabbro complex. Intern. Geol. Congr. XXIV, session 2, Petrologie. Montreal, 1972.