

УДК 552.16

Ювелирные камни-самоцветы Присеванского офиолитового пояса

М.Р. Геворкян*

*Ереванский государственный университет,
Армения, Ереван, Алека Манукяна, 1*

Received 09.11.2012, received in revised form 14.08.2013, accepted 27.10.2013

Породы офиолитовой ассоциации Армении вмещают самые различные типы минералов-самоцветов, которые разделяются на ювелирные, поделочные и декоративно-поделочные. Среди ювелирных особенно важны алмаз, хромдиоксид и гранаты, которые описаны в статье.

Ключевые слова: офиолитовый пояс, алмаз.

Породы офиолитовой ассоциации Армении [1] вмещают самые различные типы полезных ископаемых, в том числе минералы-самоцветы, которые разделяются на **ювелирные, поделочные и декоративно-поделочные**. Среди ювелирных камней-самоцветов особенно важны алмаз, хромдиоксид и гранаты [2].

Алмаз. Первые два кристалла найдены случайно сотрудником ГЕОХИ АН СССР В.С. Шмаковым в 1972 г. в обломке **оливиновой породы**, вблизи северного портала автомобильного тоннеля под Пушкинским перевалом Базумского хребта (Степанаванский р-н, Армения). Оба этих кристалла алмаза имеют размер около 2 мм, вес каждого около 11 мг, они представляют собой бесцветные прозрачные октаэдры с очень слабой фотолуминесценцией. Концентрация азота составляет 0,12 вес%. Кристаллы являются характерными алмазами типа Ia, содержащими скопления азотных примесей замещения с дополнительными дефектами в виде азотных кластеров, обладают А-дефектами и росли в условиях пониженных температур относительно «якутских» алмазов. Мозаичность, высокая степень разориентировки блоков в кристаллах, а также однородность УФ-топографий изученных алмазов свидетельствуют об их сравнительно быстром росте. Эти данные говорят о своеобразии состава и условий роста кристаллов алмаза Армении [2].

На начальном этапе Р.Г. Геворкяном в 1973-1974 гг. было проведено **целенаправленное** шлиховое и мелкообъемное опробование аллювия – рыхлых отложений рек, пересекающих массивы ультрамафитов. В результате в четырех мелкообъемных пробах, отобранных по рекам Дзорагет, Чкнах (Черная), Гергер, было обнаружено 19 мелких кристаллов и осколков алмаза. Найденные кристаллы размером 0,17-0,28 мм представлены обломками октаэдра (4 зерна), куба



Рис. 1. Первые находки крупных кристаллов алмаза. Кристаллы № 1 и 2. Вес 10,5 и 11,0 мг

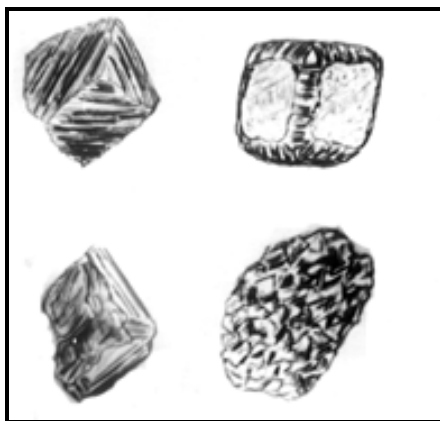


Рис. 2. Зарисовки характерных форм некоторых изученных кристаллов алмаза из аллювия бассейна р. Дзорагет

(5 зерен), были осколки неправильной формы (4 зерна) и по одному зерну представлены комбинацией куб-октаэдр-ромбододекаэдра, октаэдр-ромбододекаэдра, куб-октаэдра, двойником срастания кристаллов неясной огранки, неправильным микроагрегатным зерном. После термохимической обработки образцов пород установлено, что из минералов-спутников кристаллы алмаза ассоциируют с хромшпинелидами, графитом, корундом, муассанитом, золотом, а также хромдиопсидом (рис. 1, 2).

Позже были обнаружены еще три новых зерна алмаза в пробах, отобранных сотрудниками ЛОПИ Пермского университета Б.С. Луновым и др. [2] на северо-восточном побережье оз. Севан в серпентинитовой элювии и колювии Джильского массива. Последняя находка алмаза на Севанском участке показала очевидную связь его с массивами ультрамафитовых пород Амасия-Севано-Акеринского (Присеванского) пояса. Найденные на берегу оз. Севан кристаллы – это мелкие кристаллики и их обломки, размеры которых равны десятым долям миллиметра, в пределах 0,1-0,3 мм. Кристаллы представлены различными морфологическими типоморфными индивидами.

Вслед за находками в Присеванской офиолитовой зоне алмазы были открыты также в бассейне р. Веди (Вединская зона) в связи с выходами ультрамафитов (9 кристаллов) сотрудниками Управления геологии РА и ЛОПИ Пермского университета [2].

Всего в результате проведенных целенаправленных исследований в 1973-1978 гг. на территории Армении было обнаружено свыше **40 кристаллов алмазов** и их осколков. Алмазы в подавляющем большинстве имели небольшие размеры (до 0,3 мм), что было обусловлено применяемой при поисковых работах методикой. В аллювиально-элювиальных отложениях алмазу сопутствуют хромшпинелиды, хромдиопсид, ильменит, циркон, турмалин, ставролит, корунд, золото, платина.

Таким образом, по результатам организованных планомерных поисков с участием автора можно считать твердо установленным фактом алмазоносность элювия, колювия и аллювиальных отложений офиолитовых поясов Армении, а также связь найденных алмазов с породами апогартсбургитовой формации. На данном этапе алмазы на изученной территории являются непромышленными, однако это не исключает возможности обнаружения промышленных концентраций в данном регионе, где необходимо проведение дальнейших поисковых и научно-

исследовательских работ для выявления возможных алмазонасных пород типа коматитов Австралии либо открытия выходов кимберлитоподобных пород [2].

Следует отметить, что обнаружение алмазов в Армении в связи с гипербазитами имеет общее минералого-теоретическое значение в развитии концепции «некимберлитовых первоисточников» алмаза [2]. В этом смысле территория Армении может служить базовым экспериментальным полигоном для аналогичных поисков алмазов и в других регионах развития ультрамафитового комплекса пород – Восточные Саяны, Урал, Тиман, Камчатка, Калимантан, Сирия и др.

Хромдиопсид. Один из главных петрогенных минералов в серии «реакционных» ультрамафитов – верлитов и вебстеритов. Цветовая гамма минерала разнообразна: от серо-зеленых, серовато-зеленых, желтоватых, коричневатых до бутылочно-зеленых. Бутылочно-зеленые короткостолбчатые кристаллы размером от 0,5 до 5 мм образуют мелкозернистые скопления вдоль трещин (3-4 мм) среди хромитонасных тел Шоржинского и Даранакского (Даринского) месторождений (Присеванская офиолитовая зона). Форма зерен типоморфна для клинопироксена. Твердость 5,5, уд. вес 3,31. Спайность, совершенная по пинакоиду (010) и грани (010), внешне кристаллы пластичны. Блеск перламутровый, хрупок и легко раскалывается, образуя при этом удлиненные обломки. Показатели преломления: $N_m = 1.672$, $N_g = 1.965$, $N_p = 1.667$, $N_g - N_p = 0.029$, $CNg = 42^\circ$, $2V = +58^\circ$, что отвечает чистому диопсиду. В качестве изоморфных примесей присутствуют: Ti, Al, Mn, Na и др. Многочисленные аналитические данные указывают на значительную часть примеси в хромдиопсиде молекул воды и сростки других минералов – серпентина, карбонатов кальция и магния. Для добычи в качестве минерала-самоцвета хромдиопсид, очевидно, самостоятельного значения не имеет из-за малых проявлений среди хромитовых тел и может служить лишь как спутник хромшпинелидов.

Альмандин. В офиолитовой ассоциации Армении гранаты известны давно, представлены они альмандином, демантоидом, андрадитом и уваровитом, т.е. развиты кальциево-железисто-хромистые разновидности. Среди них особое место занимает розовый, темно-красный, красно-коричневый альмандин (рис. 3).

Гранат альмандинового иgrossулярового составов известен как акцессорий в перидотитах, глаукофановых (амфиболовых) сланцах и верлитах габбрового комплекса. Гранаты выявлены



Рис. 3. Альмандин, Амасия, г. Ковасар

в серпентинизированных перидотитах Амасийского района (Мумухан-Красарский массив) и северо-восточного побережья оз. Севан (Сотк). Кроме того, гранаты найдены в аллювии реки Мец-Ару, размывающей ультрамафиты у с. Катнахпюр, и в третичных отложениях Степанаванского района. Извлеченные зерна граната из проб, взятых вблизи с. Катнахпюр (Базумский хр.) и Амасийского (Мумухан-Красарского) массива, имеют светло-розовый, светло-оранжевый цвет. Размер зерен колеблется от 0,075 до 1,25 мм, форма изометрическая или неправильная, часто со следами оплавления. У некоторых из наиболее крупных зерен имеются реликты граней ромбододекаэдра. Прозрачный, вязкость высокая, излом раковистый, форма кристаллов – ромбододекаэдры и тетрагон-триоктаэдры. Показатель преломления 1,78; твердость 7,5, удельный вес 4,52. Гранаты ассоциируют с хромшпинелидами, магнетитом и муассанитом.

Извлеченные из нерастворимого остатка зерна гранатов имеют светло-розовый, реже (пробы ХМА-1, и ХБК-13) светло-оранжевый цвет. Размер зерен 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 РАН. Данные микрозондового анализа приведены в табл. 1.

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

Таблица 1. Результаты микрозондовых анализов гранатов

Компоненты	ХМА-1	ХМК-2	ХМК-3	ХБК-7	ХБК-13	
1	2	3	4	5	6	
SiO ₂	39,94	38,95	38,30	37,58	37,54	37,72
TiO ₂	0,05	0,07	0,13	0,13	0,04	0,04
Al ₂ O ₃	21,22	20,43	20,75	20,56	20,21	21,20
Cr ₂ O ₃	0,015	0,03	0,015	0,00	0,015	0,015
FeO	25,65	25,44	25,81	25,61	25,41	25,14
MnO	0,53	0,63	0,75	0,66	0,69	0,63
MgO	5,51	5,36	5,52	5,35	5,15	5,26
CaO	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
Si	3,052	3,049	3,002	2,996	3,005	2,988
Ti	0,003	0,004	0,008	0,008	0,002	0,002
Al	1,910	1,885	1,916	1,931	1,906	1,979
Cr	0,001	0,002	0,001	0,000	0,001	0,001
Fe ³⁺	(0,065)	(0,093)	(0,091)	(0,080)	(0,106)	(0,032)
	1,639	1,665	1,692	1,707	1,701	1,665
Fe ²⁺	(1,574)	(1,572)	(1,601)	(1,627)	(1,595)	(1,633)
Mn	0,034	0,042	0,050	0,045	0,047	0,043

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	
Mg	0,628	0,626	0,645	0,636	0,615	0,621
Ca	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
Гроссулярь	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
Ti-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

ны 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. Однако в данном случае важен сам факт наличия в породах граната, устойчивого при давлениях до нескольких десятков килобар.

Большинство гранатов Присеванского офиолитового пояса ложатся на диаграмме составов в поле альмандинов из пород амфиболитовой фации, причем гранаты из апобестеритового серпентинита оказываются наиболее обогащенными гроссуляровым миналом. Гранаты из серпентинитового меланжа сравнительно богаты пироповой составляющей, но значительно беднее, чем гранаты из кимберлитов Якутии.

Гранат в серпентинизированном гарцбургите, слагающем центральную часть Мумухан-Красарского массива, образует идиоморфные, хорошо ограненные 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 табл. 2.

Альмандиновые гранаты Армении легко поддаются шлифовке и огранке и могут быть рекомендованы для постановки поисковых работ на ювелирное сырье, но их можно использовать также в качестве технических абразивов при изготовлении алмазного инструмента.

Хромшпинелиды. Среди ультрамафитов дунит-гарцбургитовой формации встречаются акцессории в форме октаэдрических кристаллов со штриховкой на гранях и в виде округлых неправильной формы зерен размерами до 2-4 мм. Однако хромшпинелиды чаще слагают среди дунитов массивные вкрапленные такситовые нодулярные руды в виде залежей и линз в пределах Шоржинского и Джил-Хачского массивов. Цвет зерен черный, а на просвет – густо-красный. Излом ровный, реже раковистый. Черта бурая. Блеск металлический до жирного. Твердость 5,5-7. Спайность октаэдрических зерен совершенная; в зернистых агрегатах наблюдается трещиноватость, заполненная серпентином.

Десять зерен хромшпинелидов из пяти проб были проанализированы на микрозонде «Ка-мека» по той же методике и с теми же эталонами, что и гранаты. Результаты анализов приведены в табл. 3 и на рис. 4.

Таблица 2. Результаты химического анализа граната

Окислы	Вес в %	Элементы	Количество ионов в пересчете на 24(0)		Молек. % конечных членов группы граната	
SiO ₂	38,10	Si	0,929	6,00	Альмандин	– 45,6
TiO ₂	0,65	Al	0,071			
Al ₂ O ₃	18,70	Al	3,349	4,273	Андрадит Гроссулярь	– 15,5 – 15,4
Fe ₂ O ₃	7,21	Fe ⁺³	9,840			
FeO	20,51	Ti	0,084	5,639	Пироп Спессартин	– 22,8 – 1,8
MnO	0,87	Mg	1,429			
MgO	6,15	Fe ⁺²	2,661			
CaO	8,21	Mn	0,112			
Na ₂ O	0,10	Na	0,037			
K ₂ O	0,20	Ca	1,363	–		
H ₂ O	не обн.	K	0,037			
п.п.п.	не обн.	–	–			
Сумма	100,70					

Таблица 3. Результаты анализов хромшпинелидов

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

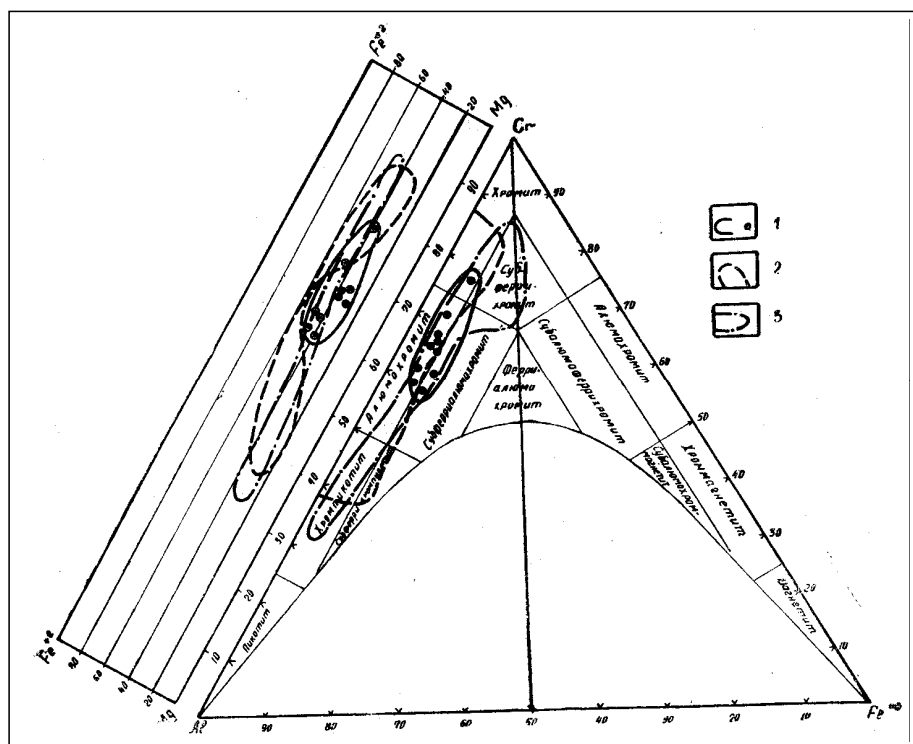


Рис. 4. Диаграмма состава хромшпинелидов: 1 – поле и фигуративные точки хромшпинелидов из ультрамафитов Армении; 2 – поле рудных и акцессорных хромшпинелидов из ультрамафитов Кемпирсайского плутона на Урале; 3 – поле хромшпинелидов из кимберлитов Якутии и содержащихся в них ксенолитов перидотитов

Результаты анализов указывают на то, 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. 4). Они близки по составу к рудообразующим и акцессорным хромшпинелидам Кемпирсайского массива (Урал), но отличаются от них меньшей хромистостью (60-70 % хромового компонента по сравнению с 75-85 % в уральских) и большей железистостью (соответственно 4-8 и 1-5 % Fe^{+3} – компонента).

Среди двухвалентных катионов в хромшпинелидах Армении железо играет меньшую роль, чем в уральских хромшпинелидах. Железосодержащие разновидности магнитны.

В Армении хромшпинелиды сопровождают серпентин, уваровит, хромдиопсид, кальцит и реже акцессорные – муассанит, корунд, циркон, апатит, графит. До настоящего времени хромшпинелиды, как и хромдиопсид, самостоятельного геммологического значения не имеют, однако это не исключает возможности обнаружения единичных кристаллов ювелирного ранга.

Список литературы

[1] Абовян С.Б. Мафит-ультрамафитовые интрузивные комплексы офиолитовых поясов Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1981. 261 с.

[2] Геворкян Р.Г., Геворкян М.Р. Офиолитовая палеоокеаническая кора Армении (Южный Кавказ). Ереван: ГЕОИД, 2003. 259 с.

Jewellery Gemstone in Sevan Ophiolite Association of Belt

Marina R. Gevorkyan

Yerevan State University

1 Alex Manoogian, Yerevan 025 Armenia

The rocks of ophiolite association of Armenia contain variety types of mineral resources and also gemstones which are divided into jewelries, jewelry-stones and stones (semiprecious). Among jewelry gemstones are particularly important diamond, chromediopside and garnets.

Keywords: ophilite, diamond, chromediopside, garnets.
