

Геология

УДК 552.331

В. А. АГАМАЛЯН, Т. К. ЛОРСАБЯН

НОРМАТИВНАЯ КОЛИЧЕСТВЕННО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ УЛЬТРАМАФИТОВ МЕЗОЗОЙСКИХ ОФИОЛИТОВ АРМЕНИИ

В статье приводится нормативно-минералогическая диагностика ультрамафитов Армении по методу CIPW для выяснения их первичного минерального состава, который завалуирован интенсивной серпентинизацией. По диаграмме Орх–Ол–Срх, предложенной IUGS (1991), выявлено резкое преобладание гарцбургитов океанической мантии среди перидотитов Армении, что характерно для офиолитов типа НОТ, образованных в условиях быстрого спрединга. Выяснено также, что дуниты с хромитовыми рудами, лерцолиты, верлиты, пироксениты и различные габбро слагают расслоенный комплекс офиолитов Армении.

Ультрамафиты широко развиты в мезозойской офиолитовой ассоциации Армении, наряду с габбро, шаровыми лавами и диабазами. Они были исследованы С.Б. Абовяном [1, 2], С.А. Паланджяном [3], Р.Г. Геворкяном [4, 5] и другими исследователями. В настоящей работе использованы по возможности все опубликованные химанализы ультрамафитов Армении (таб. 1). Геолого-петрологическое исследование ультрамафитов докембрия с нормативной количественно-минералогической классификацией ранее было выполнено в [6].

Модальная классификация офиолитовых (альпинотипных) ультрамафитов в образцах и под микроскопом затруднена и часто невозможна ввиду их почти полной серпентинизации, которая у перидотитов и особенно гарцбургитов и дунитов часто превышает 90–97%. Иногда удается распознать апогарцбургитовую природу серпентинитов по наличию в них автоморфных таблитчатых псевдоморфоз баститов по первичному гиперстену в петельчатой массе серпентина, развитого по оливины, либо по наличию остатков карбоната на месте бывшего диопсида в лерцолитах и верлитах. Однако это очень приблизительные качественные оценки. Поэтому наименования, данные серпентинизированным гипербазитам со стороны разных авторов, часто сущест-

венно отличаются от истинной природы исходных ультрамафитов, за счет которых они образовались, что показано ниже (см. табл. 2).

Как известно, серпентинизация перидотитов до определенного предела, без окремнения и интенсивной карбонатизации, представляет собой изохимическую гидратацию слагающих минералов – оливина и ромбического пироксена [7]. Серпентинизацию ультрамафита (гарцбургита) можно выразить уравнением:



оливин энстатит вода серпентин

Изохимический характер серпентинизации был доказан результатами специальных исследований поведения щелочных элементов Li, Na и K в ультрамафитах при их серпентинизации. Сравнение свежих и серпентинизированных разностей показало, что между ними нет заметных различий ни в содержании, ни в распределении указанных щелочных металлов [8].

Если легкоподвижные элементы не мигрируют при серпентинизации, то более крупноионные инертные компоненты – Mg, Fe, Ca и Al – тем более не будут менять свои содержания. Изохимический характер серпентинизации позволяет проводить расчет исходного нормативного минералогического состава пород с исключением воды из состава породы по методу CIPW. Первая нормативно-минералогическая классификация ультрамафитов Армении была проведена С.А. Паланджяном [9] по методу И.А. Малахова [10] на сравнительно ограниченном материале и по диаграмме с иными полями пород.

С целью уточнения исходных составов мезозойских ультрамафитов Армении в настоящей работе приведена их нормативная диагностика на основе современной классификации ультрамафитов по Международной Терминологической Комиссии IUGS [11]. Данные химических анализов ультрамафитов Армении приведены в табл. 1, а расшифровка их исходного минерального состава по методу CIPW – в табл. 2. Рассмотрены 112 химанализов ультрамафитов Армении и 2 химанализа перидотитов Срединно-Атлантического хребта по Г. Хессу [12] для сравнения (NN 39, 43).

Из таблицы 1 явствует, что ультрамафиты Малого Кавказа относятся к низкотитановому типу, при этом многие из них по соотношению окислов соответствуют ультраосновным коматиитам: $\text{SiO}_2=40-45\%$, $\text{TiO}_2<1\%$, $\text{MgO}>18\%$, $(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})<2\%$. Однако коматииты являются вулканическими породами, и сходство здесь лишь по вещественному составу.

Все химические анализы ультрамафитов отражены на классификационной диаграмме IUGS [11], где пунктиром выделено поле ультрамафитов океанической мантии. Как видно из диаграммы, среди ультрамафитов Армении преобладающими являются мантийные гарцбургиты. Видно также, что отсутствуют собственно ортопироксениты, вебстериты и клинопироксениты.

Распределение типов ультраосновных пород офиолитов Армении представлено в таблице 3.

ВКЛАДЫШ

Таблица 1

Химические составы ультрамафитов Армении (%)

№ п/п	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	CO ₂	LOI	Sum	Лит. ист.	NN Обр
1	37,15	-	1,85	3,41	5,74	-	43,16	-	0,20	0,21	-	0,29	-	7,44	99,45	[1]	1001
2	34,10	0,05	2,81	5,98	3,96	0,14	38,98	0,28	0,07	0,02	-	0,20	-	14,20	100,88	[2]	1246
3	41,37	0,01	0,64	4,67	4,88	0,12	47,22	1,08	0,04	0,01	-	-	-	-	100,04	[13]	1(3)
4	33,20	0,01	0,35	6,38	2,84	0,13	39,58	0,08	0,02	0,01	0,07	1,99	1,18	13,90	99,76	[14]	2-Mrk
5	37,25	0,07	0,52	5,84	2,95	-	42,02	0,56	0,12	0,04	-	0,05	-	10,40	99,82	[1]	30
6	34,00	0,03	0,87	8,00	0,58	0,14	40,00	0,05	0,40	0,20	-	0,12	2,00	14,20	100,69	[1]	4
7	36,72	-	-	7,34	3,43	-	39,35	1,28	0,20	0,20	-	1,40	-	10,70	100,62	[15]	166/888
8	38,50	0,24	1,04	3,45	4,40	0,10	41,67	0,62	0,42	0,07	-	0,03	-	10,20	100,69	[2]	478
9	36,72	0,06	1,50	10,06	9,02	0,11	32,30	2,68	0,09	0,02	-	0,33	-	7,07	99,96	[1]	478
10	37,00	0,02	2,13	4,00	5,11	0,23	37,00	1,76	0,06	0,70	-	-	-	13,40	101,41	[15]	843
11	40,12	0,06	2,55	0,71	6,03	0,10	41,28	1,20	0,28	0,08	0,05	0,29	-	7,14	99,62	[5]	501/406
12	37,62	0,07	3,03	4,73	3,52	0,07	36,63	2,25	0,10	0,10	-	0,19	-	12,00	101,11	[3]	91
13	35,94	-	5,32	5,98	3,62	0,10	32,45	5,39	0,02	0,01	0,52	9,97	-	-	99,31	[3]	875
14	34,59	-	2,38	7,35	1,59	-	32,82	1,74	0,31	0,11	-	3,16	2,00	14,10	100,30	[1]	2
15	37,07	0,05	-	6,80	3,42	0,02	39,00	0,83	0,52	-	-	1,03	-	10,80	100,19	[1]	60
16	36,64	0,06	0,17	4,20	2,90	0,12	40,33	-	0,02	0,01	-	0,80	0,50	13,60	99,31	[14]	1-Mrk
17	37,50	0,16	2,03	6,67	4,36	0,09	37,38	1,72	-	-	-	0,44	-	9,68	100,03	[1]	163
18	41,06	0,09	1,52	1,17	6,68	0,14	40,93	0,96	0,48	0,14	0,08	0,51	-	6,09	99,34	[5]	30\3
19	38,05	-	1,67	4,04	2,98	0,14	39,64	0,73	0,14	0,01	-	0,82	-	12,60	100,82	[2]	1338
20	36,92	-	0,90	7,38	2,08	0,14	37,91	-	0,08	-	-	0,40	-	14,10	99,94	[1]	T-67

21	38,98	0,06	0,53	3,19	5,17	0,11	40,15	0,72	0,18	0,11	0,06	0,62	0,66	11,30	100,55	[5]	30\4
22	40,55	0,08	0,78	3,01	6,63	-	41,11	0,66	0,06	0,02	-	0,27	-	6,60	99,77	[1]	31
23	36,61	-	2,10	7,32	1,65	0,28	36,84	0,46	0,21	0,03	-	1,42	-	12,30	99,76	[1]	847a
24	39,58	0,06	0,70	3,61	4,31	0,10	40,64	0,96	0,20	0,08	0,14	0,74	0,33	9,95	100,33	[5]	30\5
25	44,10	0,02	0,43	6,54	2,65	0,13	45,85	0,40	0,02	0,01	-	-	-	-	100,15	[13]	2(6)
26	39,06	0,18	0,98	2,10	8,11	0,11	37,32	1,44	0,48	0,14	0,12	0,74	0,67	9,29	99,35	[5]	30\I
27	40,66	0,13	1,44	1,57	6,03	0,13	40,76	1,20	0,20	0,08	0,03	0,48	0,49	7,08	99,34	[5]	25\9
28	37,30	0,10	1,77	9,01	4,01	0,28	36,09	-	0,02	-	-	0,57	-	11,20	100,37	[2]	825
29	37,31	0,04	2,53	6,36	1,60	0,10	38,78	0,15	0,05	0,01	-	0,48	-	12,00	99,99	[3]	761
30	39,20	-	1,19	6,02	2,04	0,10	37,50	0,12	0,52	0,12	-	0,12	-	13,40	100,59	[1]	7
31	37,78	-	2,77	4,48	2,76	0,07	37,87	1,13	0,01	-	-	0,45	-	12,30	100,39	[3]	161
32	38,70	0,05	1,75	4,03	3,71	0,11	37,50	1,40	0,13	0,06	0,04	0,16	-	11,50	99,27	[5]	15\1a
33	38,92	0,08	-	5,72	2,95	-	38,78	0,77	0,06	0,02	-	0,15	-	12,30	99,77	[1]	1091
34	36,53	-	3,30	5,90	3,62	0,14	35,70	0,67	-	-	-	0,38	-	13,00	99,88	[2]	480
35	36,00	0,15	6,65	7,20	1,71	0,12	36,00	0,55	-	0,24	-	-	-	11,40	100,57	[1]	62
36	45,17	0,03	0,41	4,66	4,39	0,11	44,30	0,70	0,18	0,05	-	-	-	-	100,00	[13]	3(4)
37	40,29	0,14	5,09	3,49	5,28	0,21	36,18	3,75	0,10	-	-	0,39	-	4,78	100,06	[3]	421a
38	40,54	0,08	2,37	3,34	5,13	0,12	40,31	0,31	0,08	0,03	-	0,43	-	7,23	100,83	[3]	543
39	37,93	0,02	0,71	5,68	2,08	0,15	38,31	0,13	-	0,01	0,06	0,58	-	13,00	98,66	[12]	Atl-1
40	40,29	-	2,20	6,64	3,25	0,03	37,29	1,90	0,11	0,04	-	0,65	-	8,19	101,09	[2]	1611
41	36,44	0,07	6,47	4,75	5,45	0,11	33,66	1,75	-	-	0,16	11,50	-	-	100,38	[3]	837
42	37,37	0,08	4,08	6,44	1,12	0,11	37,33	0,15	0,09	0,01	-	0,70	-	12,10	100,18	[3]	518
43	39,34	-	0,61	7,25	0,94	0,04	37,28	0,15	0,24	-	0,05	2,08	-	11,30	99,30	[12]	Atl-2
44	39,54	-	1,69	6,39	2,63	0,13	35,57	1,21	0,23	0,06	-	0,26	-	12,30	100,45	[1]	1610
45	38,00	0,10	0,59	9,16	1,93	0,13	35,57	-	0,01	0,01	-	1,00	0,46	12,20	99,16	[14]	3-Mrk
46	38,42	0,10	1,06	7,38	1,89	0,21	36,58	-	0,04	-	-	0,92	-	12,80	99,61	[1]	1112
47	40,80	0,01	0,12	3,04	4,54	0,11	39,30	0,10	0,05	0,02	0,03	0,24	-	4,40	99,84	[5]	11\1

48	40,63	-	1,18	6,05	2,63	0,16	37,13	0,38	0,07	0,09	-	-	-	11,50	101,09	[17]	20
49	38,76	0,06	1,29	5,17	3,37	0,17	37,15	0,36	0,10	0,08	0,02	1,54	0,82	13,80	99,46	[5]	23\9
50	43,30	0,01	0,55	1,85	5,87	0,12	40,00	0,35	0,19	0,04	0,03	0,06	-	2,36	99,47	[5]	13\2
51	41,30	0,01	0,49	2,95	4,87	0,13	39,60	0,10	0,04	0,02	0,25	0,66	-	3,76	99,89	[5]	13.январь
52	39,29	-	1,98	6,44	2,19	0,07	34,62	0,21	0,32	0,07	-	0,27	-	13,50	99,40	[1]	8
53	42,00	0,01	0,24	2,95	4,78	0,11	38,70	0,30	0,07	0,04	0,03	-	-	2,38	100,11	[5]	10\2
54	40,41	-	0,97	5,62	1,83	0,12	37,04	-	0,06	0,07	-	-	-	13,40	100,45	[17]	21
55	42,40	0,01	0,23	2,68	5,04	0,13	38,40	0,35	0,05	0,02	0,03	0,72	-	2,75	100,02	[5]	10\3
56	38,92	0,04	2,80	2,96	3,15	0,10	37,02	-	0,01	-	-	0,85	0,50	13,30	99,60	[14]	4-Mrk
57	37,31	0,11	6,34	6,23	2,73	0,12	33,46	0,39	0,06	0,02	-	0,34	-	11,70	99,76	[3]	311
58	43,10	0,01	0,47	2,94	4,53	0,13	38,50	0,35	0,07	0,02	0,04	0,56	-	8,66	100,62	[5]	11\4
59	42,30	0,01	0,24	3,03	4,45	0,12	37,90	0,25	0,03	0,02	0,03	0,54	-	5,22	100,30	[5]	11\3
60	43,60	0,01	0,35	2,57	4,96	0,12	38,80	0,20	0,07	0,02	0,03	-	-	5,14	100,37	[5]	11\2
61	42,45	-	3,08	4,09	2,24	0,07	37,43	0,53	0,10	0,13	-	0,82	-	9,25	100,19	[1]	1015
62	42,32	0,13	2,74	3,56	4,23	0,11	34,83	2,52	0,16	0,08	0,02	0,57	0,49	8,43	99,28	[5]	22\13
63	41,20	0,01	0,31	4,10	3,01	0,12	35,50	0,25	0,07	0,02	0,02	0,02	-	3,84	99,91	[5]	12\2
64	37,75	0,13	7,92	9,22	2,72	0,19	29,80	1,10	-	-	-	0,56	-	10,90	100,65	[3]	226
65	41,60	0,01	0,31	4,10	3,01	0,12	35,50	0,25	0,07	0,02	0,02	0,02	-	3,84	99,91	[5]	12\1
66	39,83	-	6,38	2,08	0,90	-	36,78	0,40	-	-	-	-	-	12,90	99,27	[16]	2450b
67	40,60	-	1,93	1,40	6,10	0,09	39,08	3,17	0,16	сл,	-	0,53	-	8,00	100,05	[18]	M/33
68	40,30	0,15	2,57	2,79	5,12	0,01	36,80	3,35	0,24	0,12	-	0,60	-	8,00	100,69	[1]	711
69	39,32	0,35	1,21	2,33	3,29	0,12	36,50	2,88	0,13	0,08	-	0,60	-	13,20	100,23	[2]	1438
70	39,10	0,02	1,44	5,30	3,36	0,10	35,10	2,00	0,08	0,04	0,03	-	-	10,60	100,35	[5]	15\16
71	39,34	0,05	2,88	7,73	2,98	0,10	31,40	4,63	0,06	0,00	1,12	0,50	-	10,00	100,75	[3]	206-II
72	42,00	-	0,86	7,92	2,34	0,10	29,86	8,23	0,06	0,02	-	0,22	-	7,65	100,06	[3]	845
73	42,72	0,21	2,23	3,83	7,40	0,16	32,43	4,25	0,19	0,08	0,04	0,48	0,60	5,99	99,55	[5]	24\10
74	43,10	0,01	1,11	5,05	3,11	0,13	34,50	3,85	0,09	0,02	0,04	0,27	-	2,52	100,73	[5]	16\2

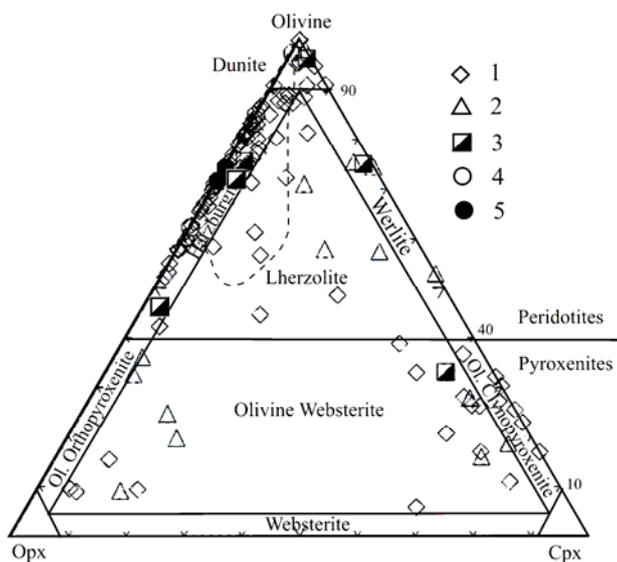
75	41,60	0,04	1,54	4,27	2,92	0,18	35,15	2,00	0,06	0,02	-	0,20	-	12,10	100,63	[1]	166
76	42,33	-	3,85	4,64	5,75	-	28,09	7,00	0,27	-	0,46	0,76	-	6,00	99,15	[1]	774
77	44,26	0,10	3,10	3,51	3,72	0,24	29,19	8,47	0,08	-	-	0,72	-	7,11	100,65	[1]	809
78	46,77	0,02	0,39	5,22	3,18	0,18	34,23	5,42	0,04	0,02	0,05	0,15	0,20	3,69	99,58	[5]	9\3
79	36,45	-	0,33	4,34	6,46	0,14	36,71	1,40	0,29	0,09	-	0,25	-	12,80	99,33	[1]	64
80	38,31	-	0,12	9,33	2,55	0,10	33,72	4,75	0,03	-	-	0,65	-	9,53	100,17	[3]	1016
81	44,62	0,10	3,89	3,48	6,56	0,01	35,19	7,27	0,20	0,03	-	-	-	-	101,35	[13]	4(5)
82	39,85	0,00	6,30	3,05	6,10	0,00	27,10	9,94	0,18	0,00	0,25	0,60	-	6,00	99,37	[3]	1004
83	50,13	0,02	2,13	4,12	2,97	-	38,16	2,24	0,04	0,01	-	-	-	-	99,82	[5]	15\1a
84	45,42	-	1,88	2,63	3,48	0,42	26,55	11,60	0,03	0,12	-	0,97	-	6,59	100,31	[9]	937
85	47,29	0,15	1,11	3,65	2,04	-	35,19	1,45	0,24	-	0,33	1,02	-	8,00	99,36	[1]	1593c
86	49,57	0,14	2,33	2,77	3,92	0,02	26,00	15,00	0,10	0,01	-	-	-	-	99,86	[13]	5(3)
87	47,80	0,34	2,17	3,46	3,87	0,21	25,13	13,10	0,21	0,01	-	0,41	-	3,17	99,85	[1]	1277
88	50,12	-	3,17	1,69	3,64	-	35,09	2,75	0,10	-	0,28	0,13	-	3,90	100,87	[1]	1589c
89	47,22	0,26	2,78	2,82	3,73	0,22	21,84	15,40	0,24	-	0,04	0,67	0,11	4,81	99,32	[5]	24\12
90	48,34	0,26	2,76	1,80	4,35	0,15	21,94	16,10	0,26	-	0,05	0,25	0,11	3,47	99,50	[5]	24\8
91	50,25	-	1,15	3,00	4,24	0,21	31,42	3,65	0,37	0,01	0,72	0,18	-	5,00	99,05	[1]	1608a
92	49,68	0,26	2,99	1,17	4,85	0,14	22,10	16,70	0,29	0,11	0,05	0,32	0,11	1,28	99,62	[5]	24\7
93	49,19	0,18	5,68	2,34	5,62	0,10	19,70	16,50	0,29	0,03	-	0,68	-	-	100,26	[1]	844
94	47,60	-	0,50	2,50	2,06	0,07	23,13	14,80	0,14	0,04	-	0,32	-	8,00	99,18	[5]	3\15
95	51,33	0,10	1,38	1,81	7,17	0,28	29,69	5,62	0,13	0,01	0,44	0,55	-	1,00	99,51	[1]	824
96	52,70	0,02	0,60	3,90	6,80	0,19	31,11	2,81	0,06	0,03	0,05	-	0,20	1,14	99,41	[5]	9\5
97	49,60	0,17	6,39	2,70	3,62	0,13	17,41	18,00	0,20	0,00	0,12	0,18	-	2,00	100,47	[9]	113
98	48,73	-	5,82	3,53	2,16	0,21	17,51	17,90	0,10	-	1,76	0,76	-	2,00	100,44	[1]	797
99	50,52	0,02	5,83	0,35	3,82	-	17,29	20,10	-	-	-	0,18	-	1,80	99,88	[15]	167/89
100	54,40	0,17	1,45	3,71	3,16	0,17	32,50	2,40	0,19	0,11	0,05	0,48	0,38	2,09	100,41	[5]	30\8
101	53,60	0,11	1,99	3,52	3,95	0,15	28,89	5,52	0,26	0,14	0,04	0,22	0,60	1,09	99,26	[5]	23\10

102	54,16	0,11	1,97	4,51	3,52	0,17	31,00	3,15	0,16	0,08	0,04	0,16	0,49	0,99	99,89	[5]	23\12
103	49,74	0,11	5,64	3,12	4,73	0,06	23,38	5,43	0,38	0,11	1,25	1,22	-	5,00	100,06	[1]	1685
104	51,70	0,09	2,10	0,14	8,51	0,15	18,10	16,60	0,14	0,02	0,03	-	0,20	1,60	100,02	[5]	7\3
105	41,58	0,16	9,28	6,02	12,63	0,12	11,96	11,80	0,75	0,24	0,76	0,14	-	4,00	99,45	[1]	1125
106	47,80	-	2,60	1,25	5,34	0,11	24,70	14,70	0,23	0,08	0,05	0,20	-	2,38	99,64	[13]	6(1)
107	47,90	0,10	0,80	1,65	5,88	0,06	22,62	17,50	0,42	0,02	0,06	-	0,20	2,22	99,27	[5]	9\8
108	46,87	0,11	4,56	2,57	3,52	-	21,80	16,30	0,30	-	-	0,17	-	4,21	101,13	[3]	926
109	48,10	0,08	1,60	1,54	6,52	0,12	20,82	17,30	0,16	0,03	0,05	0,10	0,20	2,13	99,97	[5]	6\8
110	48,97	0,13	2,18	2,16	2,73	0,08	21,95	18,60	0,17	0,35	0,13	0,65	-	4,00	100,14	[3]	13b
111	48,90	0,09	0,80	2,57	4,60	0,15	20,04	19,80	0,09	0,06	0,05	-	0,20	2,22	99,51	[5]	9\4
112	49,39	0,02	2,26	2,53	2,65	-	18,48	21,50	0,44	0,06	-	0,30	-	2,07	99,66	[1]	338
113	49,59	0,23	6,44	3,06	3,73	0,16	16,85	18,90	0,20	-	0,16	0,54	-	1,00	100,83	[3]	214
114	51,80	-	0,50	1,89	2,78	0,10	19,84	18,50	0,15	0,95	-	0,14	-	2,68	99,29	[5]	3\13

Таблица 2

Нормативно-минералогическая диагностика ультрамафитов Армении

NN п/п	Нормативные минералы							Диагностика пород		NN п/п	Нормативные минералы							Диагностика пород	
	Ol	Hu	Di	Pl	Or	Ar	Il	По авторам	СРW		Ol	Hu	Di	Pl	Or	Ar	Il	По авторам	СРW
1	96,1	-	-	2,54	1,36	-	-	Дунит		58	58,75	38,82	0,51	1,67	0,13	0,1	0,02	Дунит	
2	94,66	0,08	-	5,01	0,14	-	0,11	Аподунит		59	57,66	40,77	0,54	0,81	0,13	0,07	0,02	Дунит	
3	94,45	0,56	3,03	1,88	0,06	-	0,02	Гарцбург.		60	56,77	41,53	0,18	1,29	0,13	0,08	0,02	Дунит	
4	94,42	2,43	2,28	0,58	0,07	0,2	0,02	"Дисп.суб."		61	54,06	39,19	-	5,89	0,86	-	-	Апогарцб.	
5	93,08	2,7	1,79	2	0,27	-	0,15	Аподунит		62	53,2	33,63	3,61	8,72	0,52	0,05	0,27	Гарцбург.	
6	91,8	-	3,74	1,29	2,90	-	0,32	Дунит		63	52,47	45,47	0,58	1,26	0,14	0,06	0,02	Гарцбург.	
7	90,2	3,24	5,73	0,37	-	-	0,45	Серпент. перид.		64	52,09	34,25	-	13,4	-	-	0,28	Серпент.	
8	90,06	2,17	2,04	4,77	0,46	-	0,51	Апогарцб.		65	51,5	46,44	0,58	1,26	0,14	0,06	0,02	Гарцбург.	
9	86,7	-	8,51	4,25	0,13	-	0,12	Лерцолит		66	50,13	41,01	-	8,86	-	-	-	Апогарцб.	
10	86,55	-	4,75	4,86	0,42	-	0,04	Перидотит		67	75,16	13,01	5,39	6,43	-	-	-	Лерцолит	
11	82,45	8,17	0,14	8,48	0,51	0,13	0,12	Дунит		68	72,92	7,17	9,57	9,25	0,78	-	0,31	Лерцолит	
12	79,75	6,59	3,28	10,2	0,67	-	0,15	Серпент.		69	67,85	15,26	10,8	4,77	0,55	-	0,77	Апогарцб.	
13	78,33	-	5,2	16,5	-	-	-	Верлит		70	67,81	21,63	5,75	5,2	0,27	0,09	0,04	Серпент.	
14	71,01	17,2	3,81	4,45	0,81	-	0,24	Дунит		71	64,52	12,48	13,8	9,16	-	-	-	Верлит	
15	86,24	8,72	3,75	0,9	-	-	1,29	Аподунит.		72	55,75	7,24	34,1	2,79	0,13	-	-	Верлит	
16	83,53	14,77	1,14	0,35	0,07	-	0,14	"Дисп.суб."		73	55,09	24,38	12,39	7,09	0,51	0,1	0,43	Ол.пирокс.	
17	83,1	7,68	2,66	6,21	-	-	0,34	Апогарцб.		74	54,5	27,33	14,2	3,68	0,13	0,1	0,02	Верлит	
18	81,65	8,97	2,25	6,06	0,89	-	0,18	Дунит		75	54,43	33,36	5,47	6,51	0,14	-	0,09	Апогарцб.	
19	81,4	12,89	-	5,64	0,07	-	-	Апогарцб.		76	50,56	14,57	22,2	12,7	-	-	-	Вебстерит	
20	79,9	18,4	-	1,71	-	-	-	Апогарцб.		77	43,87	17,32	29,1	9,5	-	-	0,21	Лерцолит	
21	79,81	16	1,34	1,84	0,73	0,16	0,13	Дунит		78	43,74	33,85	20,95	1,22	0,12	0,13	0,04	Верлит	
22	79,67	16,28	1,26	2,49	0,13	-	0,16	Гарцбург.		79	86,76	4,8	6,43	1,39	0,62	-	-	Апогарцб.	
23	79,6	12,11	0,75	6,73	0,21	-	-	Апогарцб.		80	73,95	2,87	21,2	2,02	-	-	-	Лерцолит	
24	79,37	15,11	1,75	2,74	0,53	0,37	0,13	Дунит		81	66,37	1,28	20,8	11,2	0,18	-	0,19	Лерцолит	
25	79,24	18,69	0,74	1,23	0,06	-	0,04	Серпент.		82	58,11	-	23,2	18,7	-	-	-	Верлит	
26	78,75	11,72	3,27	4,64	0,92	0,32	0,38	Дунит		83	39,68	49,87	4,37	5,98	0,06	-	0,04	Серпент.	
27	77,53	15,64	1,09	4,88	0,51	0,08	0,27	Дунит		84	36,02	12,43	44,5	6,32	0,77	-	-	Пироксен.	
28	77,03	20,58	-	2,17	-	-	0,22	Апогарцб.		85	34,44	56,4	4,55	4,3	-	-	0,31	Энст.-олив.	
29	77	18,53	-	4,31	0,07	-	0,09	Апогарцб.		86	30,78	7,63	54,5	6,75	0,06	-	0,27	Верлит	
30	75,97	17,43	0,03	5,75	0,82	-	-	Перидотит		87	30,41	12,3	49,6	7,01	0,06	-	0,67	Лерцолит	
31	75,09	16,68	-	8,23	-	-	-	Апогарцб.		88	29,64	56,53	4,44	9,39	-	-	-	Энст.-олив.	
32	74,97	16,1	2,44	5,87	0,41	0,1	0,11	Серпент.		89	25,41	6,8	58,1	9,07	-	0,1	0,52	Ол.пирокс.	
33	74,85	21,31	3,48	0,14	-	-	0,22	Апогарцб.		90	23,85	6,37	60,2	8,94	-	0,12	0,52	Гарцбургит	
34	74,53	19,13	-	6,34	-	-	-	Апогарцбургит		91	23,5	57,54	14	4,87	0,06	-	-	Вебстерит	
35	74,05	13,89	-	10,1	1,61	-	0,32	Апогарцб.		92	23,49	5,14	60,9	9,15	0,66	0,12	0,5	Пироксенит	
36	74,03	21,29	2,63	1,69	0,3	-	0,06	"Лерц. матрицы"		93	23,07	5,46	54,1	17,2	0,18	-	0,34	Вебстерит	
37	73,35	6,29	4,34	15,7	-	-	0,28	Лерцолит		94	20,27	13,96	63,5	1,99	0,26	-	-	Авг.перид.	
38	73,09	21,87	-	4,68	0,19	-	0,17	Гарцбург.		95	18,57	57,92	17,8	4,34	0,04	1,07	-	Вебстерит	
39	73,02	25,22	-	1,07	0,07	0,14	0,48	Атлант. хребт.		96	14,99	73,04	9,35	1,83	0,18	0,12	0,49	Перидотит	
40	72,02	16,52	3,51	7,69	0,26	-	-	Гарцбург.		97	13,76	8,26	59,1	18,6	-	-	0,33	Пироксен.	
41	72,34	13,91	-	13,6	-	-	0,15	Лерцолит		98	13,24	8,81	61	17	-	-	-	Вебстерит	
42	70,43	23,01	-	6,31	0,07	-	0,18	Апогарцб.		99	9,16	6,85	67,7	16,3	-	-	0,04	Пироксенит	
43	68,87	27,35	-	2,94	-	0,14	0,69	Атлант. хребт.		100	9,02	80,19	5,2	4,48	0,66	0,12	0,33	Пироксенит	
44	68,73	21,41	2,37	7,08	0,41	-	-	Апогарцб.		101	8,57	67	17,08	6,19	0,85	0,1	0,21	Энстатитит	
45	68,47	28,46	-	2,78	0,07	-	0,91	"Дисп.суб."		102	8,27	77,61	7,46	5,87	0,48	0,1	0,21	Энстатитит	
46	68,4	29,81	-	1,57	-	-	0,22	Апогарцб.		103	7,39	62,08	11,7	17,9	0,7	-	0,23	Энст.серп.	
47	67,84	31,15	0,26	0,53	0,13	0,07	0,02	Дунит		104	5,42	25,02	62,84	6,38	0,12	0,07	0,18	Сал.перид.	
48	66,78	27,81	-	3,15	0,61	-	-	Апогарцб.		105	37,26	-	34,8	26,1	1,51	-	0,32	Вебстерит	
49	66,09	28,48	-	1,5	0,55	0,06	0,13	Гарцбургит		106	33,56	3,04	54,8	8,03	0,49	0,12	-	Пироксенит	
50	64,77	31,69	0,87	2,32	0,26	0,08	0,02	Дунит		107	29,56	-	67,7	0,26	1,99	0,15	0,2	Сал.перид.	
51	64,11	33,78	-	1,3	0,13	0,66	0,02	Дунит		108	27,38	-	57,7	13,6	1,09	-	0,22	Пироксен.	
52	63	30,89	-	5,61	0,49	-	-	Перидотит		109	25,72	1,79	66,9	5,11	0,18	0,12	0,16	Пироксен.	
53	62,9	34,85	0,97	0,92	0,27	0,07	0,02	Дунит		110	23,33	-	69,7	5,07	1,67	-	0,25	Пироксен.	
54	60,74	36,06	-	2,72	0,48	-	-	Апогарцб.		111	22,3	-	75	1,94	0,43	0,12	0,18	Верлит	
55	60,27	37,58	1,06	0,86	0,13	0,08	0,02	Дунит		112	15,18	-	74,1	4,43	6,22	-	0,04	Диалагит	
56	59,12	35,84	-	4,95	-	-	0,09	"Дисп.суб."		113	15,08	3,73	62,2	18,6	-	-	0,4	Пироксен.	
57	59	30,51	-	10,1	0,14	-	0,24	Апогарцб.		114	5,42	25,02	62,5	6,38	0,12	0,07	0,46	Верлит	



Ультрамафиты Армении на классификационной диаграмме IUGS.

Условные обозначения:

1 – ультрамафиты мезозойских офиолитов Армении; 2 – жильные породы ультрамафитов; 3 – усредненные анализы по данным [13]; 4 – составы “дисперсного субстрата” по данным [14]; 5 – два анализа перидотитов Срединно-Атлантического хребта [12].

Таблица 3

Типы исходных пород	NN в табл. 1	Количество анализов	%
Дуниты	1–15	15	13,4
Гарцбургиты	16–67	50*	44,7
Лерцолиты	68–78	11	9,8
Верлиты	79–82	4	3,6
Оливиновые вебстериты	83–104	22	19,6
Оливиновые клинопироксениты	105–114	10	8,9
Итого	114	112	100

* – не учтены 2 анализа перидотитов Атлантического хребта [12].

Обсуждение и выводы. Несмотря на многочисленные исследования офиолитов Армении, представления о генезисе, тектоническом положении и механизме локализации офиолитов и в особенности ультрамафитов в Армении оставались на фиксированных позициях прежней классической тектоники.

Долгое время под названием “офиолиты” подразумевали лишь ультрамафиты и габбро, считая их по ошибке магматическими интрузиями, тогда как эффузивный комплекс офиолитов, представленный шаровыми лавами и диабазами, относили к т.н. “вулканогенно-осадочной толще”, правильно относимой к разным отделам юры и нижнего сенона по данным радиоларевой стратиграфии. Ультрамафиты ошибочно считали внедрениями магмы непосредственно из мантии по т.н. “глубинным разломам”. Поэтому нахождение серпентинитов в породах как нижнего сенона, так и верхнего сенона и палеогена, несмотря на явные тектонические контакты ультрамафитов с вмещающими породами, побудили одних исследователей считать офиолиты палеогеновыми по возрасту [1, 18], а других – предполагать наличие офиолитов трех возрастов [19, 20]. М.А. Сатиан [20] изучал осадочные образования

в зонах распространения офиолитов (яшмо-радиоляриты, микритовые известняки и более поздние офиолитокластические граувакки), которые не входят в “офиолитовую ассоциацию” согласно Пенрозскому определению офиолитов [21].

С.А. Паланджян [9] впервые в Армении объединил в составе единой офиолитовой серии вулканогенно-осадочный комплекс вместе с выделенным им гипербазитовым и габбровым интрузивными комплексами (верхняя юртурон), считая, что они формировались в следующей последовательности: вулканиды–гипербазиты–габброиды. Однако ныне выяснено, что все комплексы офиолитов образуются одновременно [26].

С.Б. Абовян в последней сводке (см. [1], стр. 271) ошибочно считал, что члены офиолитовой ассоциации являются «разновозрастными, что, естественно, не подразумевает генетического единства и комагматичности слагающих ее членов». Были также и экзотические представления о генезисе ультрамафитов, обусловленные отсутствием нормативно-минералогической диагностики. Так, В.Ф. Морковкина [14] выдвигала идею о первичном “дисперсном субстрате”, “выделяющемся черным цветом, дисперсным сложением, маслянистым блеском”. По ее мнению, вся гамма ультраосновных и основных пород офиолитовой серии возникла в результате метасоматического преобразования этого “субстрата” в зонах глубинных разломов под влиянием притока глубинного тепла и эманаций. Это преобразование начинается с образования серпентинитов, которые являются результатом раскристаллизации первоначального “дисперсного субстрата” в местах, где его реликты все еще сохраняются. Затем идет поступательная дегидратация серпентинита с образованием перидотитов, потом следует привнос глинозема, кальция и кремнезема с образованием габбро, далее – кварцевых диоритов и даже родингитов, лиственитов вплоть до амфиболитов и гранатовых амфиболитов. Таким образом можно весь петрогенезис интрузивных и метаморфических пород вплоть до образования гранитов вывести из “дисперсного субстрата” с последовательным добавлением к нему кремнезема, натрия и калия! Очень привлекательная и примитивная идея, если не считаться с явными геологическими фактами. Так, нормативный пересчет химических анализов “дисперсного субстрата” из Шоржинского массива, взятых из [14] (NN 4, 16, 45, 56 в табл. 1), показал, что проба 4 представлена дунитом (табл. 2), а проба 16 – гарцбургитом, наиболее обогащенным оливином. Пробы 45 и 56 также представлены гарцбургитами, не содержащими клинопироксена. Фактически автор выбрала анализы наиболее основных разновидностей серпентинитов без кальция в качестве “дисперсного субстрата”. На классификационной диаграмме составы “дисперсного субстрата” (знак 4) оказались на ребре ОI–Орх в поле дунита и гарцбургита.

Интересно, что отзвуки “дисперсного субстрата” аукнулись в более поздней работе по ультрамафитам Армении [13], где была выделена некая “матрица меланжа” и усредненные составы ультрамафитов Армении, которые приведены в таблице 1 (NN 3, 25, 36, 81, 86 и 106). Нормативно-минералогические составы этих проб даны в таблице 2. Фигуративные точки

этих составов показаны на диаграмме под знаком 3. Нормативная диагностика усредненного “лерцолита матрицы меланжа” (N36) показала, что он оказался гарцбургитом (табл. 2), а гарцбургит (N 3) – дунитом, серпентинит (N25) – гарцбургитом, “лерцолит расслоенного комплекса” (N81) – верлитом, верлит авторов [13] (N86) оказался оливинным вебстеритом, а пироксенит (N106) – оливинным клинопироксенитом. Таким образом, за исключением последнего, остальные наименования авторов не подтвердились.

А.Л. Книппер [22] был одним из первых, кто отнес гипербазиты и вообще офиолиты Малого Кавказа к фрагментам океанической коры и океанической мантии, в том числе на основании собственных полевых исследований в Армении. Согласно А.Л. Книпперу и С.Д. Соколову [23], офиолитовые покровы были выжаты из сутурной (Тутхунской) зоны и свалены по обе стороны от сутурного шва как на Сомхето-Карабахскую, так и Вединскую зоны [24].

По нашим представлениям [25], при верхнемеловой коллизии была сформирована офиолитовая кордильера на сутурном шве, от размыва которой образовалась 500 м толща офиолитокластических конгломератов верхнего коньяка. Офиолитовые покровы занимали пространство по меньшей мере от Сомхето-Карабахской зоны до р. Аракс, но были быстро размывы за верхнеконьякское время. От размыва сохранились лишь те фрагменты офиолитов, которые были захоронены в линейно-вытянутых верхнесенонских морских бассейнах, образовав Севан-Акеринский и Вединский офиолитовые пояса.

В настоящее время достоверно известно, что никакого “дисперсного субстрата” и “матрицы меланжа” не существует. Они представляют собой серпентинизированные гарцбургиты океанической мантии. Все фигуративные точки их анализов попадают в поле “метаморфических гарцбургитов”, выделенных Р.Г. Колманом на диаграмме Орх–О1–Срх [26], которое представлено на диаграмме IUGS как поле перидотитов океанической мантии (см. рисунок).

Как показывает нормативное исследование ультрамафитов Армении, гарцбургиты составляют 63% от объема перидотитов, а лерцолиты – всего 10,6% ультрамафитов. Это является веским доказательством того, что океаническая мантия Мезотетиса на Тавро-Кавказском траверсе представлена гарцбургитом.

Отнесение офиолитов Армении к лерцолитовому типу LOT [27] противоречит фактическим данным. Согласно [28], при LOT-типе состав мантийных перидотитов должен быть лерцолитовым, что противоречит их преобладающему гарцбургитовому составу, выявленному в нашей работе. Типу LOT противоречит также наличие гранатовых амфиболитов, хромитовых месторождений (Шоржа), а также толеитовый вулканизм, верлитовые внедрения и ряд других признаков, которыми обладают офиолиты Армении, что и характеризует их как офиолиты типа HOT.

Таким образом, большую часть объема ультрамафитов офиолитов Армении слагают гарцбургиты океанической мантии, что характерно для офиолитов типа HOT. Остальные породы плутонической серии офиолитов

Армении в последовательности дуниты, лерцолиты, пироксениты и габбро, а также, возможно, небольшая часть гарцбургитов относятся к расслоенному комплексу офиолитовой формации.

*Институт геологических наук НАН РА,
кафедра минералогии, петрологии и геохимии ЕГУ*

Поступила 10.11.2009

ЛИТЕРАТУРА

1. **Абовян С.Б.** Мафит-ультрамафитовые интрузивные комплексы офиолитовых поясов Армянской ССР. Ер.: Изд. АН АрмССР, 1981.
2. **Абовян С.Б.** Геология Армянской ССР. Т. III. Интрузивные породы. Ер.: Изд. АН Арм. ССР, 1966, с. 323–388.
3. **Паланджян С.А.** Петрология гипербазитов и габброидов Севанского хребта. Ер.: Изд. АН Арм. ССР, 1971, 201 с.
4. **Геворкян Р.Г., Геворкян М.Р.** Офиолитовая палеоокеаническая кора Армении (Малый Кавказ). Ер.: ГЕОИД, 2003, 260 с.
5. **Геворкян Р.Г.** Фрагменты палеоокеанической коры – офиолитовая ассоциация пород в пределах Армении (Малый Кавказ): Автореф. дис. на соискание уч. ст. докт. геол.-минерал. наук. Ер., ЕГУ, 1995, 485 с.
6. **Агамалян В.А.** Изв. АН Арм. ССР. Науки о Земле, 1988, т. 12, № 4, с. 31–43.
7. **Coleman R.G., Keith T.E.** Journal of Petrology, 1971, v. 12, № 2, p. 311–328.
8. **Максимович З., Максимович С.** Литий, натрий, калий в альпинотипных ультраосновных породах. В кн.: Распространенность элементов в земной коре (под ред. Л. Арена). М.: Мир, 1972, с. 139–150.
9. **Паланджян С.А.** Изв. АН Арм. ССР. Науки о Земле, 1966, т. XIX, № 1–2, с. 79–89.
10. **Малахов И.А.** Петрохимия гипербазитов Урала. В сб.: Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. Т. 1. Свердловск, 1963, с. 125–134.
11. **Le Bas M.J & Streckeisen A.L.** J. Geol. Soc. London, 1991, v. 148, p. 825–833.
12. **Hess H.H.** In: Proc. 17-th Symp. Colston Res. Society. Univ. Bristol, London: Butterworth, 1965, p. 317–333.
13. **Злобин С.К., Дмитриев Л.В., Шараськин А.Я.** Геохимия, 1983, № 9, с. 1304–1315.
14. **Морковкина В.Ф.** Петрология гипербазитов Севанского хребта. М.: Наука, 1974, 144 с.
15. **Татевосян Т.Ш.** Изв. АН Арм. ССР, 1950, т. III, № 2.
16. **Арутюнян Г.С.** Изв. АН Арм. ССР. Науки о Земле, 1967, т. 4, № 4, с. 85–95.
17. **Лебедев П.И.** Изв. Ленингр. политех. ин-та, 1928, с. 7–12.
18. **Паффенгольц К.Н.** Очерк магматизма и металлогении Кавказа. Ер.: Изд. АН Арм. ССР, 1970, 435 с.
19. **Асланян А.Т.** Региональная геология Армении. Ер.: Айпетрат, 1958, 430 с.
20. **Сатиан М.А.** Позднемеловой литогенез офиолитовых зон Армянской ССР. Ер.: Изд-во АН Арм. ССР, 1979, 168 с.
21. Anonymus. Penrose Field Conference on Ophiolites. Geotimes, 1972, v. 17, p. 24–25.
22. **Книппер А.Л.** Океаническая кора в структуре Альпийской складчатой области. М.: Наука, 1975, 208 с.
23. **Книппер А.Л., Соколов С.Д.** Геотектоника, 1974, № 6, с. 74–80.
24. **Knipper A.L.** Tectonic Position of Ophiolites of the Lesser Caucasus. Ophiolites. Proceed. Int. Ophiol. Sympos., Cyprus, 1979 (1980), p. 235–247.
25. **Aghamalyan V.A.** Proceeds of the 5-th Int. Sympos. on Eastern Mediterranean Geology. Thessaloniki, Greece, 2004, v. 1, p. 17–20.
26. **Колман Р.Г.** Офиолиты. М.: Мир, 1979, 261 с.
27. **Galoyan G., Rolland Ya., Sosson M., Corsini M., Billo S., Verati C., Melkonyan R.** Journal of Asian Earth Sciences, 2009, v. 34, p. 135–153.
28. **Nicolas A., Boudier F.** Where Ophiolites Come from and What They Tell Us. Geological Society of America, Special Papers, 2003, v. 373, p. 137–152.

Վ. Ա. ԱՂԱՄԱԼՅԱՆ, Տ. Կ. ԼՈՐՍԱԲՅԱՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՄԵԶՈԶՈՅԻ ՕՖԻՈԼԻԹՆԵՐԻ ՈՒԼՏՐԱՄԱՖԻՏՆԵՐԻ
ՆՈՐՄԱՏԻՎ-ՄԻՆԵՐԱԼՈԳԻԱԿԱՆ ԴԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ո մ

Հոդվածում բերվում է CIPW մեթոդով Հայաստանի ուլտրամաֆիտների նորմատիվ-միներալոգիական վերլուծությունը նրանց սկզբնական միներալային կազմի պարզաբանման նպատակով, որը քողարկված է համընդհանուր սերպենտինացումով: Համաձայն միջազգային տերմինաբանական հանձնաժողովի կողմից առաջադրված դասակարգմանը ըստ արդիական Opx–Ol–Cpx դիագրամի (1991)՝ Հայաստանի ուլտրամաֆիտներում կտրուկ գերակշռում են օվկիանոսային մանտիայի կազմի հարցբուրգիտները, ինչը հատուկ է HOT տիպի արագ սպրեդինգի պայմաններում կազմավորված օֆիոլիթներին: Պարզված է նաև, որ քրոմիտային հանքայնացումով դունիտները, լերցոլիտները, վերլիտները, պիրոքսենիտները և զանազան գաբրոները կազմում են Հայաստանի օֆիոլիթների շերտայնացված համալիրը:

V. A. AGHAMALYAN, T. K. LORSABYAN

NORMATIVE-MINERALOGICAL CLASSIFICATION OF ULTRAMAFITES
OF THE MEZOZOIC OPHIOLITES OF ARMENIA

Summary

The article deals with CIPW norm calculation of ultramafites of Armenia for revealing their initial mineralogical composition, which is masked by their total serpentinization. According to the IUGS International Terminological Commission classification by modern Opx–Ol–Cpx diagram (1991), the Oceanic Mantle Harzburgites dominates among the ultramafites of Armenia, what is peculiar for the HOT type ophiolites, formed in the fast spreading conditions. It is also cleared up that dunites with podiform cromite mineralization, lherzolites, wehrlites, pyroxenites and a various gabbro belong to the cumulative complex of the Armenian ophiolites.