

УДК 552.43 : 550.42 : 550.93 (477)

**Г.В. Артеменко, И.А. Швайка,
В.В. Демедюк, И.А. Самборская, М.Е. Стеценко**

ГЕОХИМИЯ ОСНОВНЫХ КРИСТАЛЛОСЛАНЦЕВ ЗАПАДНОПРИАЗОВСКОЙ СЕРИИ (Приазовский мегаблок УЩ)

Основные кристаллосланцы верхнетокмакской и кайинкулакской толщ по составу соответствуют базальтам, субщелочным базальтам и андезито-базальтам. В кайинкулакской толще выявлены железистые габбро-амфиболиты, соответствующие щелочным базальтам. Изученные основные породы по геохимическим характеристикам сопоставимы с породами островных дуг. Основные кристаллосланцы кайинкулакской толщи отличаются от аналогичных пород верхнетокмакской толщи более высоким содержанием V, Y, Nb, Ta, Zr, Hf и более низким — Ni, Cr и Pb. По сравнению с metabазальтами Косивцевской и Новогоровской зеленокаменных структур, в основных кристаллосланцах западноприазовской серии существенно большее содержание Y, Nb, Ta, Zr и Hf, что свидетельствует, вероятно, об их выплавлении из недеплетированного мантийного субстрата или образовании в других геологических условиях.

Вступление. Метаморфические породы западноприазовской серии выделяются в составе древнейших гранулит-гнейсовых образований Приазовского мегаблока. Наиболее обширные поля развития западноприазовской серии находятся на западном и восточном крыльях Салтычанского антиклинория. Она разделяется на две толщи — верхнетокмакскую (нижняя) и кайинкулакскую (верхняя), заметно различающиеся по составу. Верхнетокмакская толща обнажается в верховьях р. Молочная (Токмак) и в северо-восточной части Салтычанского блока, восточнее Семеновского разлома. Кайинкулакская толща широко развита западнее Семеновского разлома (к западу от п.г.т. Черниговка) [3, 4]. Верхнетокмакская толща (> 4500 м) представлена кристаллосланцами основного состава, а также пироксеновыми, амфиболовыми и биотитовыми гнейсами, амфиболитами с подчиненными прослоями гранатовых и пироксен-магнетитовых кварцитов. Кайинкулакская толща (>4250 м) сложена гнейсами, среди которых преобладают

биотит-амфиболовые и пироксеновые разновидности, при подчиненном развитии гранат-биотитовых гнейсов, железистых кварцитов и пироксенсодержащих кристаллических сланцев. Согласно новым геохронологическим данным, к западноприазовской серии отнесены полигенные образования палео- и мезоархейского возраста. Биотитовые и амфибол-биотитовые гнейсы кайинкулакской толщи имеют возраст 3150—2900 млн лет [1], а верхнетокмакская толща считается палеоархейской [3].

Основные кристаллосланцы слагают существенную часть разреза западноприазовской серии. Они могут быть реликтами древнейшей меланократовой коры или более поздними интрузивными образованиями, которые были метаморфизованы в гранулитовой фации. По этой причине вопрос о генезисе кристаллических сланцев основного состава заслуживает специального рассмотрения, поскольку от его решения во многом зависят наши представления о тектонических этапах формирования пород западноприазовской серии. В результате метаморфизма они почти полностью утратили свои первичные текстурно-структурные особенности, поэтому восстановление их

© Г.В. Артеменко, И.А. Швайка, В.В. Демедюк,
И.А. Самборская, М.Е. Стеценко, 2009

первичного состава связано с целым рядом трудностей. Одни исследователи считают, что при таком метаморфизме в основных и ультраосновных породах могут быть подвижными не только щелочи и летучие, но и сравнительно инертные компоненты (РЗЭ, Zr, Y, Th, Ta, Nb, Ва и т. д.) [5, 8], другие приводят данные, показывающие, что в результате метаморфизма гранулитовой фации химический состав пород изменяется незначительно [6].

Объекты и методы исследования. Геохимические исследования основных кристалло-

сланцев верхнетокмакской толщи выполнены по образцам, отобраным из обнажений в антиклинальной складке III порядка в пределах Лозоватской антиклинали в районе с. Верхний Токмак (обр. 7/29, 7/37, 84-86) и в верховьях р. Кильтичия на восточном крыле Обиточненской антиклинали, где амфиболовые и пироксеновые гнейсы и кристаллические сланцы образуют пачки мощностью до 0,7 км и протяженностью до 5 км (обр. 5/17). Образцы кристаллосланцев и габбро-амфиболитов кайинкулакской толщи (8/56, 8/61, 8/62) бы-

Таблица 1. Геологическая и петрографическая характеристика проб метаморфизованных основных пород западноприазовской серии

Номер образца	Описание породы
Обр. 7/29. Обн. на левом берегу р. Токмак в с. Верхний Токмак, в 300 м ниже а/д в с. Обиточное (E36°21'54"; N47°10'56"). Крутопадающее тело мощностью до 2 м. Вмещающие биотитовые гнейсы	Амфибол-пироксеновые кристаллосланцы. Порода среднезернистая. Текстура сланцеватая, местами пойкилобластовая. Минер. состав, %: клинопироксен — 30; амфибол — 50; плагиоклаз — 15; кварц — 2—5; биотит — 1—2; ортопироксен и апатит — ед. зерна; рудные минералы — 1. Последние находятся в межзерновом пространстве породы, а также наблюдаются в виде включений в пироксене и роговой обманке
Обр. 7/37. Там же, в 800 м выше а/д в с. Вершина (E36°21'54"; N47°11'57")	Амфибол-пироксеновые кристаллосланцы. Текстура массивная. Структура grano-, местами пойкилобластовая. Крупные индивиды плагиоклаза содержат вросстки кварца. Минер. состав, %: клинопироксен + ортопироксен — 30; плагиоклаз — 40; амфибол — 30; кварц — 1—2; апатит — ед. зерна
Обр. 84/86. Там же	То же
Обр. 5/17. Обн. на правом берегу р. Кильтичия у северной окраины с. Успеновка	Амфиболиты. Структура породы габбровая. Минер. состав, %: зеленая роговая обманка с реликтами клинопироксена — 70; полевой шпат — 30, некоторые кристаллы плагиоклаза полисинтетически сдвойникованы
Обр. 7/56. Обн. на слиянии рек Кайинкулак и Токмак. Крутопадающее пластообразное тело со вскрытой мощностью 1,5 м. (E35°59'38"; N47°14'56")	Пироксен-амфибол-плагиоклазовые кристаллосланцы. Порода среднезернистая. Структура гранобластовая. Минер. состав, %: плагиоклаз — 40; зеленая роговая обманка — 30; пироксен — до 30; кварц — 1; апатит — ед. зерна; рудные минералы — ед. зерна. Кристаллы плагиоклаза сдвойникованы. Пироксен амфиболлизированный. Роговая обманка содержит включения округлых зерен кварца
Обр. 7/61. Обн. на правом берегу р. Кайинкулак на месте бывшего с. Новоукраинка. Субвертикально залегающее тело мощностью до 10 м. Вмещающие биотитовые гнейсы. (E36°03'23"; N47°15'25")	Габбро-амфиболиты. Текстура массивная, структура пойкилогранобластовая. Порода состоит из изометричных зерен амфибола (до 60 %), плагиоклаза (25—30) и ксеноморфных — кварца (5) и моноклинного пироксена (10—15 %). Зеленая роговая обманка содержит мелкие включения кварца. Присутствуют светло-бурые удлиненные таблитчатые кристаллы биотита (5 %). Акцессорные минералы — апатит (1—2), ксеноморфные рудные минералы (2—3 %), которые "тяготеют" к зеленой роговой обманке
Обр. 7/62. Там же	То же
Обр. 84/103. Обн. на левом берегу р. Мокрая Конка, в 300 м ниже дамбы в с. Зразковое. Крутопадающее тело мощностью до 1,5 м. Вмещающие амфибол-биотитовые гнейсы	Пироксен-амфиболовые кристаллосланцы. Порода мелкозернистая, сильно измененная. Структура гранобластовая. Минер. состав, %: пироксен — 50; зеленая роговая обманка — 20; плагиоклаз — 30; кварц — 1—2
Обр. 84/104. Там же	Пироксен-амфиболовые кристаллосланцы. Порода среднезернистая, с нечетко выраженной кристаллизационной сланцеватостью. Порода имеет типичную гранобластовую структуру. Минер. состав, %: пироксен — 50; зеленая роговая обманка — 10—15; плагиоклаз — 30; кварц — до 5

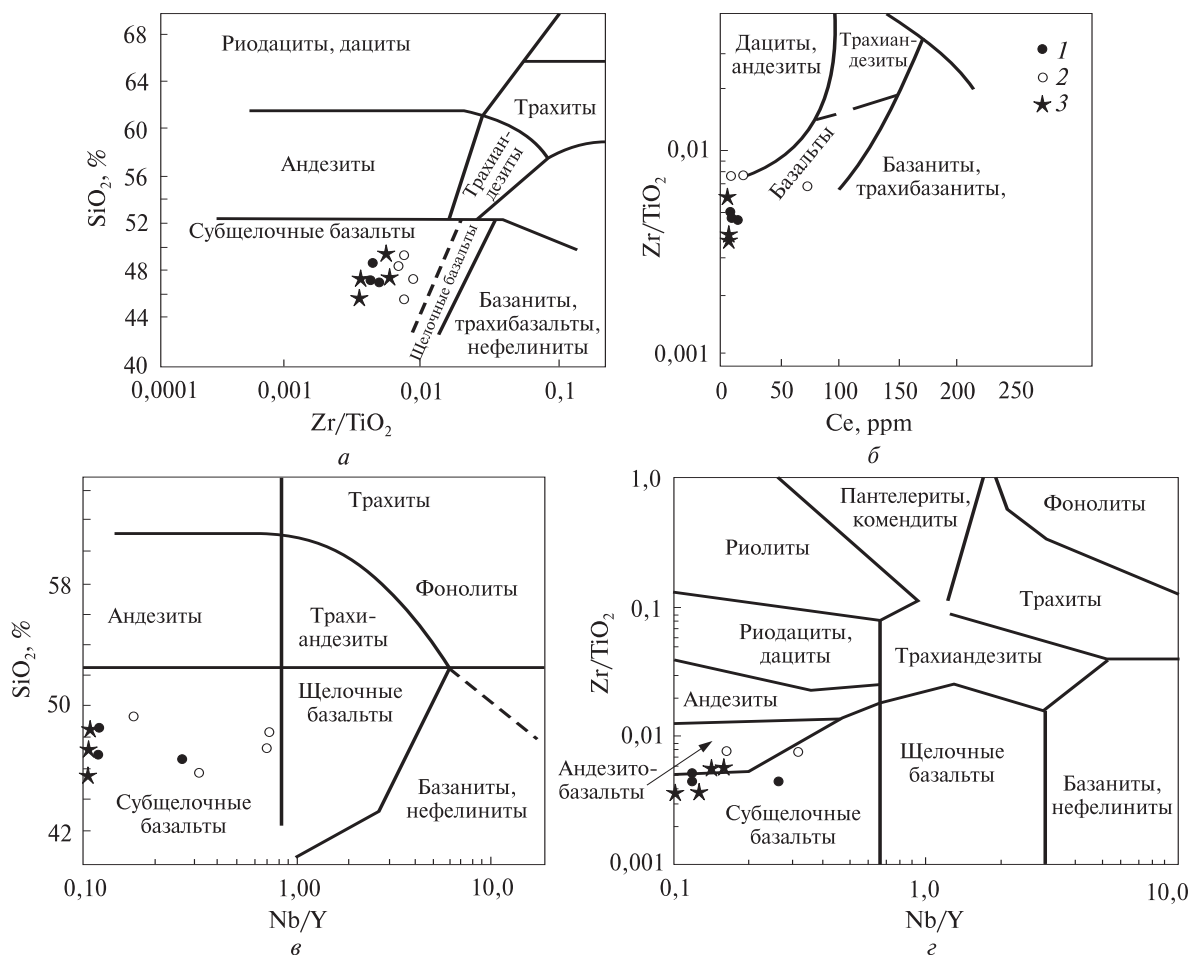


Рис. 1. Диаграммы SiO₂ — Zr/TiO₂ (а); SiO₂ — Nb/Y (б); Zr/TiO₂ — Ce (в); Zr/TiO₂ — Nb/Y (г) [10] для метабазитов верхнетокмакской и кайинкулакской толщ западноприазовской серии и зеленокаменных поясов (здесь и на рис. 2—4): 1 — верхнетокмакская толща; 2 — кайинкулакская толща; 3 — зеленокаменные пояса

ли отобраны из обнажений в нижнем течении р. Кайинкулак, где вскрываются породы Лозоватской антиклинали субмеридионального простирания, и в нижнем течении р. Мокрая Конка, где метаморфические породы кайинкулакской толщи слагают брахиформы субширотного, северо-западного и северо-восточного направлений. В южной части Раздоровской синклинали взят обр. 98-13, а из синклинали Балок Голых — обр. 84-103, 84-104. Петрографическое описание образцов основных пород и координаты точек отбора приведены в табл. 1.

Для решения вопроса о генезисе основных кристаллосланцев западноприазовской серии применены диаграммы с использованием наименее подвижных при метаморфизме элементов — Ti, Zr, Nb, Y. Определение содержания редких и редкоземельных элементов было выполнено с помощью метода масс-спектро-

скопии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) на масс-спектрометре *Elan 6100* в ЦЛ ВСЕГЕИ. Для сравнения были использованы результаты анализов слабометаморфизованных базальтов Косивцевской и Новогоровской зеленокаменных структур (ЗС) Приазовского мегаблока.

На диаграммах SiO₂ — Zr/TiO₂, SiO₂ — Nb/Y, Zr/TiO₂ — Ce, Zr/TiO₂ — Nb/Y [10] точки состава исследуемых основных кристаллосланцев верхнетокмакской и кайинкулакской толщ оказались в пределах полей базальтов, субщелочных и щелочных базальтов и андезитобазальтов (рис. 1, а—г), что служит весьма надежным свидетельством их магматического генезиса. На этих диаграммах точки состава основных кристаллосланцев верхнетокмакской толщи практически совпадают с точками состава метабазальтов Косивцевской и Новогоровской ЗС. На диаграмме *AFM* кристалло-

сланцы и габбро-амфиболиты западноприазовской серии попадают в поле пород толеитовой серии (рис. 2).

Индикаторными для выделения формационных типов базальтоидов служат такие когерентные элементы, как Co, Ni, Cr, V, практически неподвижные при метаморфизме. В изучаемых основных кристаллосланцах содержание Co, Ni и Cr прямо коррелирует с содержанием MgO, а значения концентрации V находятся в обратной связи с содержанием магния, что характерно для основных магматических пород (табл. 2, 3).

Для более детального анализа тектонических условий формирования метаморфизованных базитов западноприазовской серии использованы диаграммы K — Ti, K — P, Co — Ni, V — Cr [2]. На диаграмме K — Ti (рис. 3, а) и K — P (рис. 3, б) точки состава основных кристаллосланцев верхнетокмакской и кайинкулакской толщ расположены вдоль тренда островодужных базальтов. Габбро кайинкулакской толщи (обр. 7/61, 7/62) на диаграмме K — Ti (рис. 3, а) расположены между океаническим и островодужным трендами. На диаграмме Co — Ni (рис. 3, в) точки состава основных кристаллосланцев верхнетокмакской тол-

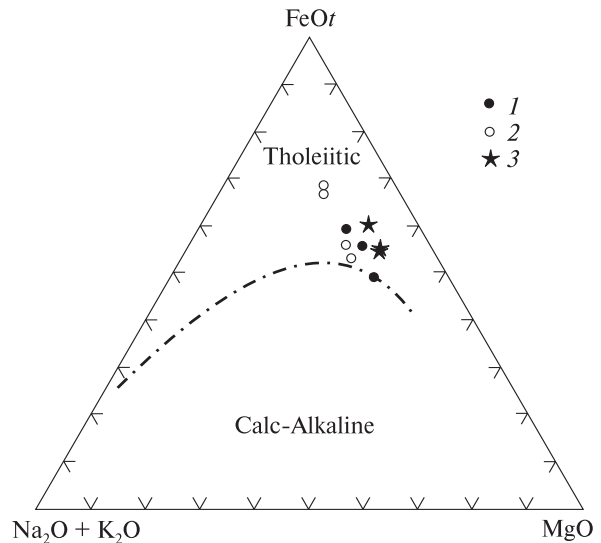


Рис. 2. Диаграмма AFM для metabазитов верхнетокмакской и кайинкулакской толщ западноприазовской серии

щи расположены в поле перекрытия океанических и островодужных базальтов, а 7/29 — в поле океанических базальтов. Точки состава основных кристаллосланцев кайинкулакской толщи расположены в поле островодужных базальтов, а обр. 98-13 попадает в поле океа-

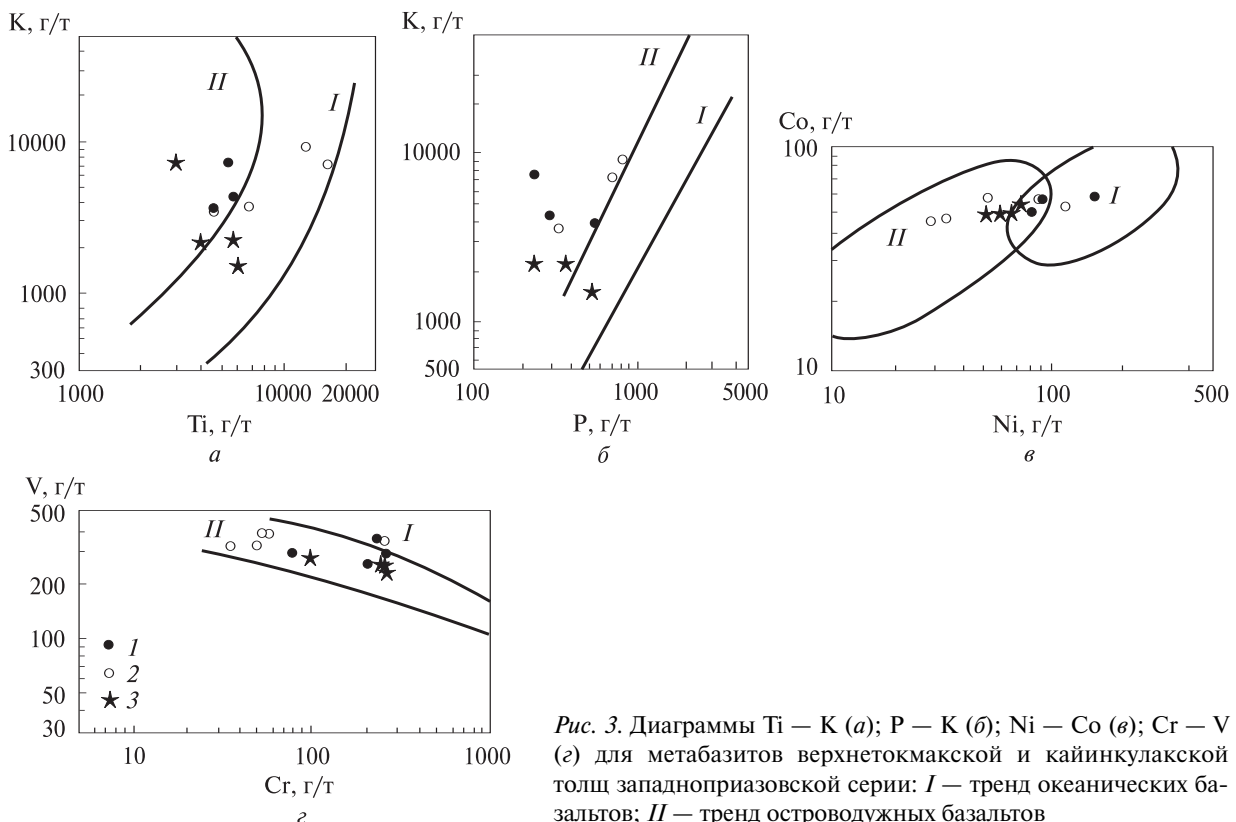


Рис. 3. Диаграммы Ti — K (а); P — K (б); Ni — Co (в); Cr — V (г) для metabазитов верхнетокмакской и кайинкулакской толщ западноприазовской серии: I — тренд океанических базальтов; II — тренд островодужных базальтов

Таблица 2. Результаты химических анализов основных пород Призовского мегаблока

Компонент, %	Номер анализа / образца													
	1 / 7/29	2 / 7/37	3 / 84-86	4 / 5/17	5 / 7/56	6 / 7/61	7 / 7/62	8 / 98-13	9 / 84-103	10 / 84-104	11 / 89-317	12 / 89-90	13 / 89-204	14 / 91-270
SiO ₂	46,66	48,74	49,00	46,98	45,82	47,16	48,26	49,28	47,88	50,16	47,20	45,62	48,60	47,20
TiO ₂	0,88	0,94	1,14	1,14	0,74	2,08	2,51	0,74	2,18	2,00	0,94	1,00	0,50	0,66
Al ₂ O ₃	15,44	15,27	15,22	16,10	14,71	12,77	12,44	11,81	12,92	12,70	14,22	14,24	14,40	15,54
Fe ₂ O ₃	5,66	4,12	4,42	5,26	5,60	7,64	7,15	7,81	8,03	6,81	3,46	5,09	2,00	2,20
FeO	9,55	9,34	7,33	9,01	9,48	11,79	11,65	7,20	8,55	8,26	10,05	9,76	7,70	10,08
MnO	0,28	0,26	0,26	0,30	0,27	0,24	0,20	0,24	0,34	0,34	0,32	0,27	0,20	0,18
MgO	10,69	7,61	6,60	6,06	6,97	5,17	4,67	8,25	5,22	4,89	6,60	9,00	9,50	7,80
CaO	5,10	9,27	11,28	10,67	10,44	7,13	7,95	9,58	8,85	8,97	12,66	10,74	11,90	12,13
Na ₂ O	2,76	2,22	2,60	2,42	3,28	2,40	2,29	3,60	2,98	2,98	1,62	2,10	1,92	1,86
K ₂ O	1,00	0,60	0,64	0,54	0,54	1,30	1,00	0,48	0,78	0,70	0,30	0,20	1,00	0,29
S _{общ}	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не обн.	Не обн.	Сл.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	0,08	Сл.
P ₂ O ₅	0,06	0,09	0,28	0,24	0,24	0,38	0,32	0,15	0,41	0,28	0,16	0,24	0,08	0,06
CO ₂	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	0,52	0,46
H ₂ O ⁻	0,17	0,18	0,13	0,07	0,41	0,12	0,11	0,06	0,17	0,15	0,04	0,06	Сл.	Сл.
П. п. п.	1,46	1,29	1,11	1,33	1,24	1,79	1,64	1,29	1,40	1,28	2,63	1,94	1,38	1,30
Сумма	99,71	99,93	100,31	100,12	99,74	99,97	99,59	100,49	99,71	99,52	100,20	100,26	99,75	99,76
Кф (%)	59	64	64	70	68	79	80	65	76	76	67	62	51	61

Примечание. Верхнетокмакская толща: 1 — амфибол-пироксеновый кристаллосланец, обн. на левом берегу р. Токмак в с. Верхний Токмак, в 300 м ниже а/д в с. Обиточное (7/29); 2 — то же, в 800 м выше а/д в с. Вершина (7/37); 3 — то же, там же (84-86); 4 — амфиболит, обн. на правом берегу р. Килгычия у северной окраины с. Успеновка (5/17). Кайнкулакская толща: 5 — пироксен-амфиболовый кристаллосланец, скальная выемка на плотине у слияния рек Токмак и Кайнкулак (7/56); 6 — габбро-амфиболит, обн. на правом берегу р. Кайнкулак, на месте бывшего с. Украинка (7/61); 7 — то же, там же (7/62); 8 — амфиболит, обн. на левом берегу р. Мокрая Конка, в 500 м ниже с. Конские Раздоры (98-13); 9 — пироксен-амфиболовый кристаллосланец, обн. на левом берегу р. Мокрая Конка, в 300 м ниже дамбы у с. Зразковое (84-103); 10 — то же, там же (84-104); 11 — амфиболит, Косицкая 3С, скв. 742, инт. 151,5—157,5 м (89-317); 12 — то же, там же, скв. 741, гл. 207 м (89-90); 13 — то же, там же, скв. 791, инт. 203,0—203,1 м (89-204); 14 — то же, Новогородская 3С, скв. 300 С, гл. 373,4 м (91-270). Химические анализы выполнены в ИГМР им. Н.П. Семеново НАН Украины.

Таблица 3. Содержание элементов в метабазах западноприазовской серии

Элемент	Номер анализа / образца													
	1 / 7/29	2 / 7/37	3 / 84-86	4 / 5/17	5 / 7/56	6 / 7/61	7 / 7/62	8 / 98-13	9 / 84-103	10 / 84-104	11 / 89/317	12 / 89/90	13 / 89-204	14 / 91/270
Be	<1	<1	1,00	0,68	1,04	1,75	1,66	0,75	1,1	0,99	—	—	—	0,75
Rb	8,26	5,35	4,50	6,26	10,4	43,3	32,9	4,39	17,9	7,71	4,8	3,5	22,4	13,2
Sr	139	96,1	182	155	129	272	279	187	153	120	116	158	294	102
Ba	123	88,8	133	181	81,4	947	726	192	155	136	46	16	550	130
V	243	299	253	301	340	325	320	287	395	378	242	270	244	224
Cr	203	78,2	221	154	135	49,7	33,7	240	52	57,6	123	99	240	247
Co	59,4	56,0	50,2	55,2	55,1	60,2	54,5	52,2	44	52,9	48,8	60	53	49,38
Ni	147	86,0	80,7	91,9	93,4	87,2	50,7	108	29,3	32	50,7	90	70,9	65,4
Cu	12,9	18,3	32,9	79,7	98,3	69,9	52,3	38,2	39,1	32,1	104	71	12,6	47,8
Zn	108	78,8	76,2	98,1	109	179	172	107	105	110	77	70	74	81,0
Ga	18,4	18,0	16,1	15,7	23,1	25,9	25,0	13,6	17,7	18,1	13,6	12,6	15,5	13,3
Y	17,0	23,0	17,2	18,7	23,2	39,5	36,0	19,9	30,8	27,5	13,3	15,5	12,1	15,7
Nb	4,16	3,26	4,92	2,56	7,34	27,5	26,3	3,09	15,2	12,5	1,41	1,51	1,49	2,38
Ta	0,53	0,31	0,32	0,24	0,73	1,95	2,08	0,20	0,84	0,64	<0,1	<0,1	0,11	0,12
Zr	38,3	41,7	50,7	59,4	57,3	181	171	56	110	104	35	35	28	38,9
Hf	1,86	1,47	1,53	1,69	2,23	5,83	5,73	1,69	3,17	2,85	0,99	1,02	0,78	1,12
U	0,49	0,60	0,25	<1	0,83	0,83	0,53	0,19	0,51	1,97	0,84	0,47	0,15	0,082
Th	1,55	1,02	0,79	0,4	0,91	3,25	1,68	0,58	0,63	1,64	5,5	<0,4	0,16	0,24
La	3,61	5,98	6,56	3,57	5,56	35,3	31,3	3,79	12,3	12,4	2,49	2,54	1,68	2,11
Ce	7,97	13,7	13,5	8,07	13,2	76,2	68,9	9,32	23,1	24,3	6,11	6,19	4,09	5,53
Pr	1,26	1,74	1,72	1,14	1,92	9,51	8,65	1,32	3,58	3,58	0,92	0,94	0,58	0,89
Nd	5,91	7,18	7,22	5,42	9,33	38,9	36,5	6,25	16,4	15,6	4,47	4,61	2,80	4,41
Sm	1,82	1,94	1,86	1,88	2,98	8,23	7,92	2,00	4,16	4,13	1,50	1,49	1,00	1,58
Eu	0,76	0,71	0,71	0,73	1,09	2,78	2,65	0,77	1,36	1,23	0,56	0,57	0,51	0,50
Gd	2,67	2,90	2,52	2,36	4,13	10,1	9,21	2,63	4,63	4,7	1,87	1,97	1,31	1,99
Tb	0,47	0,54	0,46	0,44	0,69	1,42	1,24	0,49	0,79	0,76	0,20	0,39	0,25	0,38
Dy	3,06	3,92	2,84	3	4,57	7,95	7,56	3,24	5,05	4,76	2,51	2,76	1,69	2,53
Ho	0,67	0,87	0,63	0,72	0,92	1,60	1,50	0,76	1,08	1,06	0,56	0,61	0,39	0,62
Er	2,07	2,71	1,82	2,1	2,70	4,54	4,15	2,00	3,25	3,09	1,67	1,70	1,16	1,64
Tm	0,32	0,45	0,24	0,29	0,39	0,65	0,59	0,33	0,41	0,42	0,25	0,28	0,16	0,24
Yb	1,84	2,78	1,65	1,88	2,40	4,00	3,82	2,11	2,98	2,8	1,68	0,26	1,11	1,63
Lu	0,31	0,40	0,25	0,29	0,37	0,57	0,58	0,28	0,41	0,45	0,25	0,036	0,18	0,25
Ge	2,37	3,07	1,89	1,6	2,13	2,08	1,95	1,57	2,04	1,83	1,48	1,60	1,98	1,65
Mo	1,27	<1	<1	1,02	<1	1,37	1,46	<1	1,42	1,24	<0,6	<0,6	6,54	<1
Sn	1,09	1,10	2,17	0,8	1,15	1,97	1,82	0,82	0,98	1,49	0,36	0,31	0,76	—
Sb	3,17	<0,5	0,11	0,17	<0,5	<0,5	<0,5	0,17	0,14	0,27	—	—	0,13	0,11
Cs	0,13	<0,1	<0,02	0,23	<0,1	0,16	0,30	0,070	0,25	0,1	0,40	0,23	0,66	1,15
W	0,84	<0,5	0,65	0,48	<0,5	<0,5	<0,5	0,42	0,42	0,33	0,44	<0,15	0,27	<0,5
Pb	11,60	5,10	8,56	3,08	6,36	5,63	7,24	4,65	4,01	4,59	15	2,36	4,30	2,20
La/Yb _N	1,41	1,54	2,85	1,36	1,66	6,33	5,88	1,29	2,96	2,99	1,06	7,01	1,09	0,93
Ti/Zr	137,7	135,1	—	115,1	77,42	68,9	83,1	79	—	—	161	171,3	107	101,7

Примечание. Привязки образцов даны в табл. 2.

нических базальтов (рис. 3, в). На диаграмме V — Sr точки состава кристаллосланцев верхнетокмакской и кайинкулакской толщ располагаются возле океанического тренда либо занимают промежуточное положение между океаническим и островодужным трендами (рис. 3, г). Попадание точек отдельных проб в

разные поля на этих графиках объясняется, вероятно, как несовершенством диаграмм, так и следствием метаморфизма.

На диаграмме Nb/Y — Zr/Y [7] метабазиты западноприазовской серии и зеленокаменных поясов расположены в поле островодужных пород (рис. 4).

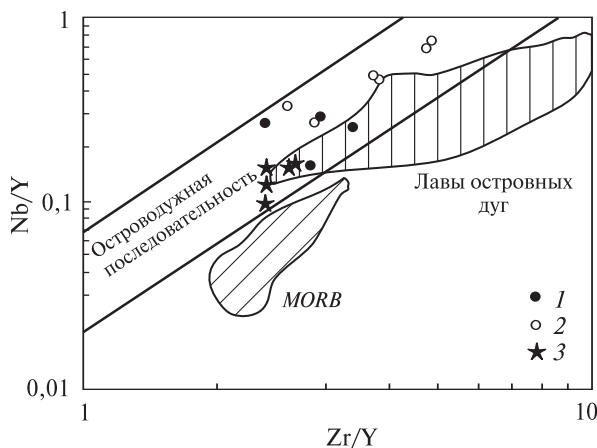


Рис. 4. Диаграмма Nb/Y — Zr/Y [7] для метабазитов верхнетокмакской и кайинкулакской толщ западно-приазовской серии

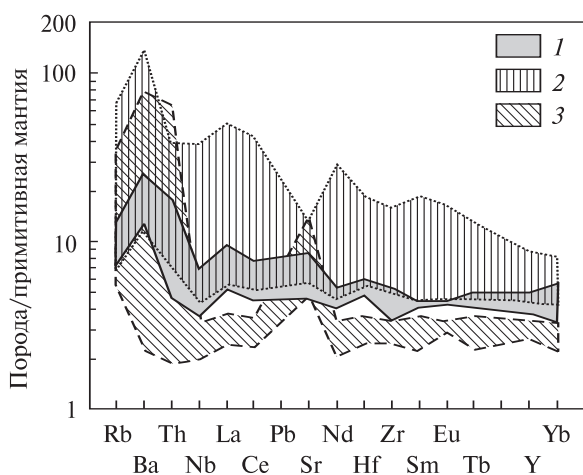


Рис. 5. Мультиэлементная диаграмма для метабазитов верхнетокмакской и кайинкулакской толщ западно-приазовской серии. Нормировано на примитивную мантию по [9] (здесь и на рис. 6): 1 — верхнетокмакская толща, 2 — кайинкулакская толща, 3 — зеленокаменные пояса

Основные кристаллосланцы верхнетокмакской толщи принадлежат к нормальному петрохимическому ряду основных пород (SiO_2 — 46,66—48,74; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ — 2,82—3,76; TiO_2 — 0,88—1,14 %) (табл. 2). Образец 7/29 характеризуется повышенным содержанием MgO (10,69 %), Ni (147 ppm) и высоким Ti/Zr отношением (135—137) (табл. 2, 3). Основные кристаллосланцы и габбро-амфиболиты кайинкулакской толщи также принадлежат к нормальному петрохимическому ряду основных пород (SiO_2 — 45,82—49,28; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ — 3,29—4,08 %). Габбро-амфиболиты отличаются высокой железистостью (Кф — 79—80 %), низким Ti/Zr отношением (69—83) и на диа-

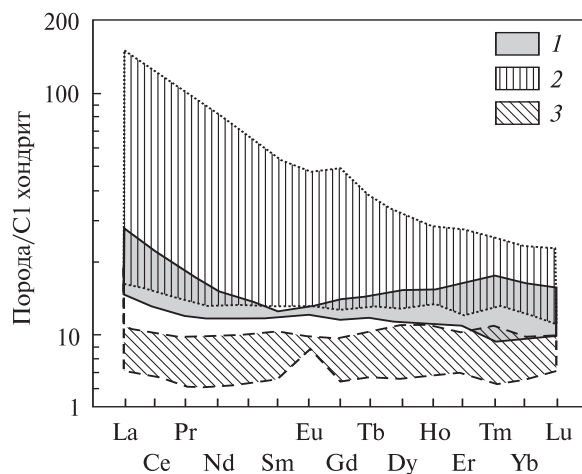


Рис. 6. Нормированное к С1 [9] распределение РЗЭ в основных кристаллосланцах верхнетокмакской толщи

рамме Zr/TiO_2 — Nb/Y (рис. 1, з) попадают в поле щелочных базальтов. В них наблюдается значительно более высокое, чем в основных кристаллосланцах, содержание Ba, V, Y, Nb, Ta, Zr, Hf, РЗЭ (табл. 3; рис. 5, 6). В основных кристаллосланцах и габбро-амфиболитах верхнетокмакской и кайинкулакской толщ выделяется отрицательная аномалия Nb (рис. 5).

Распределение РЗЭ в основных кристаллосланцах верхнетокмакской толщи слабо дифференцированное — $(\text{La}/\text{Yb})_N$ — 1,36—2,85 при Yb_N — 9,71—16,35 (рис. 6). Основные кристаллосланцы кайинкулакской толщи имеют слабо дифференцированный спектр распределения РЗЭ — $(\text{La}/\text{Yb})_N$ — 1,29—2,99 при Yb_N — 12,41—17,53 (рис. 6), дифференцированность габбро-амфиболитов (обр. 7/61, 7/62) существенно выше — $(\text{La}/\text{Yb})_N$ — 5,88—6,33 при Yb_N — 22,47—23,53. По содержанию РЗЭ (рис. 6) основные кристаллосланцы верхнетокмакской толщи занимают промежуточное положение между метабазитами кайинкулакской толщи и метабазитами зеленокаменных поясов Приазовского мегаблока.

Выводы. Основные кристаллосланцы верхнетокмакской и кайинкулакской толщ соответствуют по составу базальтам, субщелочным базальтам и андезито-базальтам. В кайинкулакской толще выявлены железистые габбро-амфиболиты с более высоким содержанием Rb, Sr, Ba, Y, Nb, Ta, Zr, Hf, РЗЭ, по составу аналогичные щелочным базальтам. Изученные основные породы по геохимическим параметрам соответствуют островодужным образованиям.

При сравнении состава основных кристаллосланцев верхнетокмакской и кайинкулак-

ской толщ установлено, что для кайинкулакской толщи характерно большее содержание V, Y, Nb, Ta, Zr, Hf и меньшее — Ni, Cr и Pb.

По отношению к метабазальтам Косивцевской и Новогоровской ЗС, в основных кристаллосланцах западноприазовской серии установлено существенно более высокое содержание высокочargedных некогерентных элементов — Nb, Ta, Zr, Hf, а также Y, что свидетельствует, вероятно, об их выплавлении из

недеплетированного мантийного субстрата или образовании в других геологических условиях.

Выявленные различия состава метабазитов верхнетокмакской и кайинкулакской толщ западноприазовской серии и зеленокаменных поясов Приазовского мегаблока отражают, вероятно, эволюционные изменения состава мантии и условий магмообразования от палео- до мезоархея.

1. Бибикова Е.В., Лобач-Жученко С.Б., Артеменко Г.В. и др. Позднеархейские магматические комплексы Приазовского террейна Украинского щита: геологическое положение, изотопный возраст, источники вещества // Петрология. — 2008. — 16, № 3. — С. 227—247.
2. Лутц Б.Г. Геохимия океанического и континентального магматизма. — М.: Наука, 1980. — 246 с.
3. Стратиграфические разрезы докембрия Украинского щита / Н.П. Щербак, К.Е. Есипчук, Б.З. Берзенин и др. — Киев: Наук. думка, 1985. — 168 с.
4. Эйно О.Л., Есипчук К.Е., Цуканов В.А. Докембрий Западного Приазовья. — Киев: Изд-во Киев. ун-та, 1971. — 184 с.
5. Beswick A.E. Primary fractionation and secondary alteration within an Archean ultramafic lava flow // Contribs Mineral. and Petrol. — 1983. — 82. — P. 221—231.
6. Gray C.M. The Geochemistry of Central Australian Granulites in Relation to the Chemical and Isotopic Effects of Granulite Facies Metamorphism // Ibid. — 1977. — 65, No 1. — P. 79—89.
7. Kerr A.C., White R.V., Saunders A.D. LIP Reading: recognizing Oceanic Plateaux in the Geological Record // J. Petrol. — 2000. — 41, No 7. — P. 1041—1055.
8. Ludden J.N., Daigneault R., Robert F., Taylor R.P. Trace element mobility with Archean Au lode deposits // Econ. Geol. — 1984. — 77. — P. 1131—1141.
9. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // A.D. Saunders, M.J. Norry. Magmatism in the Ocean Basins: Geol. Soc. Spec. Publ. — 1989. — No 42. — P. 313—345.
10. Winchester J.A., Floyd P.A., Floyd P.A. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements // Chem. Geol. — 1977. — 20, No 4. — P. 325—343.

Ин-т геохимии, минералогии и рудообразования
им. Н.П. Семеново НАН Украины, Киев

Поступила 08.01.2009

РЕЗЮМЕ. Основні кристалосланці верхньотокмацької та кайінкулацької товщі за складом відповідають базальтам, суббазальтам і андезито-базальтам. В кайінкулацькій товщі виявлені залізисті габро-амфіболіти, що відповідають лужним базальтам. Вивчені основні породи за геохімічними характеристиками подібні до порід острівних дуг. Основні кристалосланці кайінкулацької товщі відрізняються від аналогічних порід верхньотокмацької товщі більш високим вмістом V, Y, Nb, Ta, Zr, Hf та більш низьким — Ni, Cr та Pb. Порівняно з метабазальтами Косивцівської та Новогорівської зеленокам'яних структур, в основних кристалосланцях західноприазовської серії значно більший вміст Y, Nb, Ta, Zr та Hf, що свідчить, ймовірно, про їх виплавлення з недеплетованого мантийного субстрату або про їх утворення в інших геологічних умовах.

SUMMARY. Basic crystalline shists of Verkhniy Tokmak and Kayinkulak thickness correspond by composition to basalt, subalkaline basalt and andesite-basalt. Ferriferous gabbro-amphibolites, that correspond by composition to alkaline basalt were found in Kayinkulak thickness. The investigated basic rocks are similar to island arc rocks as to their geochemical characteristics. Basic shists of Kayinkulak thickness differ from similar rocks of Verkhniy Tokmak thickness by higher contents of V, Y, Nb, Ta, Zr, Hf and lower contents of Ni, Cr and Pb. In comparison with metamorphized basite of Kosivtsevo and Novogorovka greenstone structure, the basic shists of West-Peri-Azov series include essentially higher contents of Y, Nb, Ta, Zr and Hf, that evidences probably that they were melted from nondepleted mantle substrate, or formed in other geological conditions.