

## ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ СХОДСТВА БОЛЬШЕМАРТЫНОВСКОГО МАССИВА И НИЖНЕМАМОНСКОГО МАСТОРОЖДЕНИЯ (ВКМ)

Л. В. Гордейченко

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 15 октября 2008 г.

**Аннотация:** впервые приведена характеристика трех выделенных, различных по составу породных ассоциаций, слагающих Большемартыновский массив по комплексу минералого-петрографических и, прежде всего петрохимическим параметров, принадлежащих к мамонскому, ширяевскому и каменскому типу интрузий дунит-перидотит-габброноритовой формации (мамонский комплекс). Эти данные подтверждаются также комплексом специальных диаграмм в системе  $SiO_2 / MgO$  и др.

**Ключевые слова:** мамонский, ширяевский, каменский комплексы, Большемартыновский массив, породные ассоциации, ультрамафиты, мафиты, петрохимические параметры.

**Abstract:** at the first time the characteristic in complex of mineralogy-petrographical and firstly petrochemistrical parameters of three different in composition rock associations making Bolshemartinovsky massif appertaining to mamonsky, shiryayevsky and kamensky intrusion types of dunit-peridotite-gabbro-norite formation (mamonsky complex) is given. These data are also improved by complex of special diagrams in system  $SiO_2 / MgO$  etc.

**Key words:** mamonsky, shiryayevsky, kamensky complexes, Bolshemartinovsky massif, rock associations, ultramafity, mafity, petrochemistrical parameters.

Все известные сульфидные платиноидно-медно-никелевые месторождения и многочисленные разно-масштабные рудопоявления (Воронежского кристаллического массива) пространственно и генетически связаны с двумя никель-платиноидными комплексами: мамонским дунит-перидотит-габброноритовым зон рассеянного спрединга (2100–2080 ± 10 млн лет) и еланским ортопироксенит-норит-диоритовым реактивизированных позднеархейских структур (2065–2050 ± 14 млн лет)[1]. Пространственно они целиком располагаются в пределах Хоперской структурно-формационной зоны. Характерной особенностью этой структуры является исключительно широкое (более 300 тел) развитие ультрамафит-мафитовых и существенно мафитовых интрузивов, среди которых выделяются четыре структурно-вещественных типа, различных по составу, масштабам, степени продуктивности и дифференцированности на цветные и благородные металлы [1, 2, 3, 4]:

1) ранние существенно ультрамафитовые в различной мере дифференцированные, промышленно рудоносные (мамонский тип, расположенный в западной части СФК);

2) ультрамафит-мафитовые умеренно-магнезиальные с титанистой роговой обманкой (ширяевский тип, слагающий центральную часть структуры);

3) ультрамафит-мафитовые камерно-дифференцированные (елань-вязовский тип, образующий самостоятельную восточную зону СФК);

4) слабодифференцированные, безрудные габброноритовые, габбровые интрузивы завершающей фазы становления мамонского комплекса (каменский тип, развитый во всех перечисленных выше зонах Хоперского мегаблока).

В общей структурно-вещественной систематике ультрамафит-мафитовых интрузивов мамонского комплекса особое место занимает Большемартыновский массив. Этот плутон, общей площадью 40,5 км<sup>2</sup>, расположен в западной части Хоперского мегаблока, вблизи Лосевской шовной зоны, где, помимо мамонского, широко проявлены другие интрузивы (рис. 1). Как показали исследования, такое структурное положение плутона обусловлено наличием в нем трех различных по возрасту и составу породных ассоциаций:

– серпентинизированные дуниты, апоперидотитовые серпентиниты, оливиновые пироксениты, горнблендиты и лерцолиты, слагающие небольшие

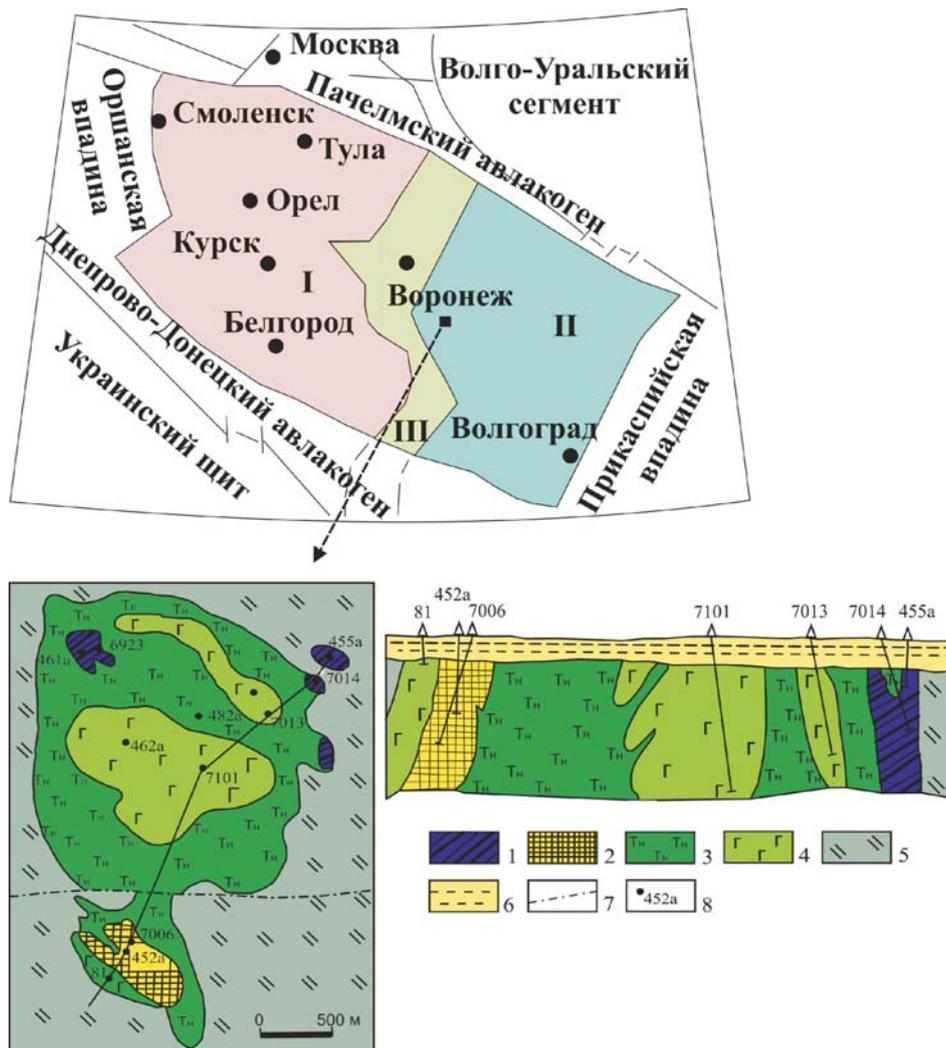


Рис. 1. Схематическая геологическая карта и разрез Большемарьтиновского интрузива и его положение в структуре Воронежского кристаллического массива (по Фролову С. М., Багдасаровой В. В., [1]): 1–4 – породные ассоциации мамонского (1), ширяевского (2–3) и каменского (4) типов; 5–6 – породы воронцовской серии (5) и осадочного чехла (6); 7 – тектонические нарушения; 8 – скважины и их номера

по масштабам автономные ультраосновные тела ранней фазы (мамонский тип);

– титанистороговообманковые перидотиты, пироксениты и габбро ширяевского типа [5];

– габбронориты, габбро, габбродiorиты и диориты завершающей интрузивной фазы (каменский тип).

Породы ранней фазы (мамонский тип) характеризуются: 1) бесполовошпатовым ультрамафитовым составом (от дунитов до пироксенитов), преимущественным развитием серпентина, актинолита, тремолита и талька; 2) повышенной магнезиальностью ( $MgO$  – 37–39,86 вес. %), пониженным содержанием кальция ( $CaO$  – 1–3,15 вес. %), алюминия ( $Al_2O_3$  – 1,73–2,01 вес. %) и низкой щелочностью (0,01–0,12 вес. %).

Анализ петрохимических особенностей по основным петрогенным компонентам (табл. 1) и сопоставление химических анализов Большемарьтиновского массива с эталонным полнодифференцированным Нижнемамонским никель-платиновым интрузивом [6] выявил значительные черты сходства, что проявляется в совпадении полей составов одноименных пород (рис. 2).

Плагиоклазовые пироксениты (вебстериты), оливин – роговообманковые пироксениты, отличаются более высоким содержанием кремнезема ( $SiO_2$  – 43,83–47,22 вес. %), кальция ( $CaO$  – 7,15–12,01 вес. %) титана ( $TiO_2$  – 1,21–3,19 вес. %) и пониженным содержанием магния ( $MgO$  – 18,87–26 вес. %). Щелочность этих пород повышается относительно пород первой группы ( $Na_2O$  – 0,2–

Т а б л и ц а 1

Химический состав апогарцбургитовых серпентинитов[6]

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<i>Большемартыновский массив</i>											
1	39,07	0,61	1,76	11,35	6,56	0,17	38,65	1,06	0,12	0,12	0,21
2	40,38	0,68	1,73	10,00	7,52	0,26	37,44	1,61	0,12	0,06	0,21
3	42,04	0,71	1,40	6,63	9,70	0,26	37,24	1,61	0,12	0,09	0,21
4	39,76	0,60	2,01	9,28	7,80	0,19	38,41	1,33	0,12	0,12	0,19
5	39,87	0,73	1,48	10,67	7,45	0,25	38,55	0,80	0,02	0,06	0,13
6	40,84	0,58	2,06	8,01	7,32	0,26	39,86	0,82	0,01	0,00	0,25
7	39,67	0,18	1,99	9,29	7,09	0,24	37,47	3,57	0,02	0,00	0,13
<i>Нижнемамонское месторождение</i>											
8	43,70	0,00	3,68	10,35	5,64	0,19	34,95	0,60	0,23	0,63	0,03
9	42,78	0,55	4,11	7,15	8,05	0,21	33,03	2,48	0,51	0,56	0,29
10	41,77	0,25	1,71	8,74	7,63	0,21	36,68	2,86	0,00	0,00	0,15
11	40,76	0,36	0,56	9,80	5,98	0,39	38,27	3,57	0,06	0,06	0,19
12	44,86	0,23	1,11	6,27	6,43	0,13	35,35	5,38	0,01	0,13	0,11
13	44,04	0,26	0,84	6,89	6,62	0,08	37,75	3,25	0,01	0,13	0,14
14	40,84	0,22	0,26	9,97	6,40	0,11	40,64	1,39	0,01	0,00	0,01
15	41,60	0,16	0,41	9,43	8,11	0,12	36,74	2,74	0,09	0,41	0,18
16	39,96	0,33	0,27	9,82	5,74	0,27	42,78	0,56	0,01	0,12	0,14
17	43,97	0,30	1,91	0,08	7,19	0,26	41,65	4,50	0,01	0,01	0,16
18	39,45	0,30	1,49	9,51	7,14	0,26	40,18	1,49	0,01	0,00	0,17
19	42,77	0,28	1,09	5,76	6,21	0,16	38,70	4,31	0,00	0,00	0,49

Примечание: здесь и далее все анализы приведены к 100 %

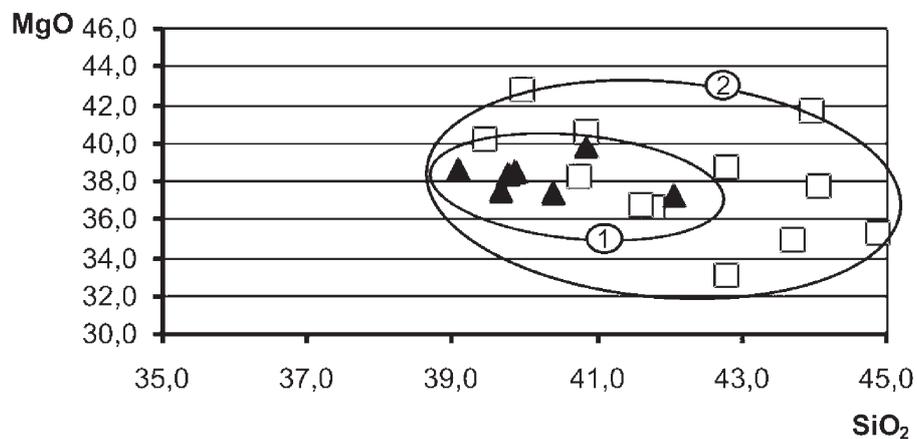


Рис. 2. Положение на диаграмме SiO<sub>2</sub>–MgO полей составов серпентинитов Большемартыновского плутона (1) и Нижнемамонского сульфидно-медно-никелевого месторождения (2)

1,5 вес. %; K<sub>2</sub>O – 0,05–0,61 вес. %) (табл. 2.). По содержанию MgO они проявляют некоторые черты сходства с одноименными породами «ширяевского типа» интрузией (рис. 3).

Наибольший объем Большемартыновского массива составляют мафиты, преимущественно мезократовые габбронориты и их амфиболсодержащие разновидности с коричневой роговой об-

манкой, кроме того, присутствуют амфиболлизированные разновидности, в которых развиты вторичные грубоволокнистые амфиболы, замещающие пироксены. Габбронориты Большемартыновского массива характеризуются присущими для этого семейства пород содержаниями кремнезема (SiO<sub>2</sub> – 49–54,2 вес. %), титана (TiO<sub>2</sub> – 0,46–1,29 вес. %), умеренной глиноземистостью (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 12,17–

## Химический состав оливинсодержащих вебстеритов [6]

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<i>Большемартыновский массив</i>											
1	46,53	1,28	2,75	1,74	16,23	0,14	18,87	11,32	0,20	0,61	0,31
2	43,83	1,32	1,39	2,57	19,55	0,25	22,70	7,15	0,47	0,24	0,55
3	45,18	0,69	2,49	6,26	8,60	0,18	26,39	9,63	0,37	0,11	0,10
4	43,59	0,98	1,33	6,59	11,44	0,16	24,03	11,44	0,21	0,05	0,17
5	45,25	0,73	2,61	4,86	9,15	0,12	24,36	12,01	0,42	0,11	0,19
6	47,22	1,03	4,35	3,40	10,22	0,07	20,27	11,89	1,03	0,36	0,16
<i>Нижнемамонское месторождение</i>											
7	49,78	0,29	3,86	3,46	7,63	0,10	21,21	12,87	0,13	0,55	0,13
8	48,69	0,31	4,40	3,41	7,66	0,08	21,06	13,36	0,24	0,68	0,11
9	49,74	0,52	1,84	5,84	3,45	0,07	22,38	15,68	0,34	0,00	0,13
10	49,95	0,37	2,47	6,40	5,19	0,22	20,39	14,09	0,64	0,23	0,05
11	47,74	0,53	7,78	9,10	6,74	0,11	22,41	3,29	1,12	0,89	0,30
12	49,52	0,74	5,87	8,99	4,54	0,07	22,20	6,18	0,73	0,70	0,47
13	50,86	0,26	0,85	7,86	5,96	0,17	29,18	4,23	0,01	0,53	0,09
14	50,25	0,50	13,32	3,73	5,26	0,45	18,86	4,11	1,53	1,71	0,28
15	51,38	0,58	4,57	9,24	5,87	0,08	21,65	4,99	0,78	0,61	0,23
16	48,68	0,51	13,64	7,16	8,18	0,08	10,31	8,57	1,56	1,13	0,17
17	47,26	0,71	14,32	4,37	8,24	0,06	14,08	8,40	1,58	0,75	0,21
18	48,22	0,29	4,50	5,48	6,15	0,11	22,74	11,65	0,36	0,31	0,17
19	47,14	0,44	4,17	7,59	5,07	0,11	22,41	12,17	0,62	0,21	0,06
20	50,85	0,31	2,19	2,92	11,36	0,22	24,04	7,43	0,42	0,21	0,05
21	49,96	0,51	2,42	7,76	4,80	0,06	27,80	5,63	0,52	0,27	0,26

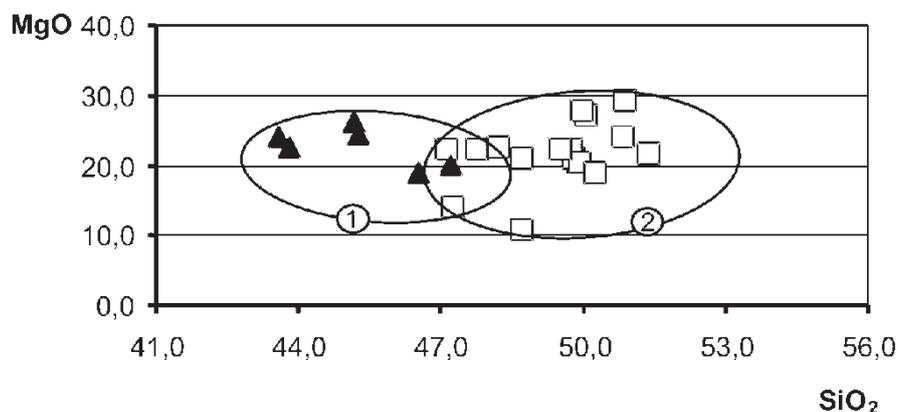


Рис. 3. Положение на диаграмме SiO<sub>2</sub>–MgO полей составов оливиновых пироксенитов Большемартыновского плутона (1) и одноименных пород Нижнемамонского сульфидно-медно-никелевого месторождения (2)

18,66 вес. %) и вместе с тем достаточно высокими содержаниями магния (MgO – 7,10–10,33 вес. %), повышенным содержанием кальция (CaO – 8,33–10,72 вес. %) и щелочей при преобладании натрия (Na<sub>2</sub>O – 2,21–3,21 > K<sub>2</sub>O 0,01–1,8 вес. %, табл. 3). Содержание рудообразующих элементов понижено относительно ультраосновных пород (Ni – 0,008–0,0024 вес. %; Co – 0,05–0,0008 вес. %) [6, 7].

Важно особо подчеркнуть, что по петрохимическим параметрам и, прежде всего, по соотношению SiO<sub>2</sub>/MgO мафиты Большемартыновского плутона характеризуются, в отличие от одноименных пород Нижнемамонского месторождения

(рис. 4), несколько пониженным содержанием MgO и SiO<sub>2</sub>, что отражает, вероятно, более высокую степень метаморфизма габброидов Большемартыновского массива и в частности развитие амфиболов (роговой обманки, тремолита, актинолита).

Таким образом, анализ результатов минералогопетрографических и петрохимических исследований позволяет сделать следующие выводы:

1) внутренняя структура Большемартыновского массива определяется наличием в нем трех групп породных ассоциаций: а) ультрамафитов (серпентинизированные дуниты, апоперидотитовые серпентиниты); б) титанисто-роговообманковосодер-

Т а б л и ц а 3

*Химический состав габброноритов [6]*

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<i>Большемартыновский массив</i>											
1	51,90	0,76	14,89	5,04	6,73	0,11	8,21	8,33	3,21	0,60	0,20
2	50,79	0,47	18,77	1,08	6,64	0,02	8,16	10,72	2,36	0,82	0,18
3	52,64	1,24	16,62	0,76	8,87	0,05	7,41	9,09	2,75	0,31	0,25
4	52,90	1,31	17,99	0,26	7,73	0,03	7,10	9,14	2,85	0,41	0,28
5	51,95	1,19	17,89	1,49	8,85	0,03	5,81	9,03	2,97	0,41	0,39
6	50,67	1,04	14,86	1,87	9,01	0,02	9,03	10,31	2,79	0,20	0,18
7	51,75	0,88	13,82	2,43	8,28	0,02	10,26	9,47	2,25	0,51	0,33
8	51,37	0,99	13,74	1,15	9,39	0,03	9,76	10,62	2,21	0,50	0,23
9	50,68	0,99	14,28	2,00	7,67	0,05	10,33	10,41	2,26	1,08	0,26
10	52,46	0,99	14,43	1,13	8,89	0,04	8,52	9,31	2,83	1,16	0,23
11	51,63	0,88	14,06	1,84	8,54	0,05	9,49	9,75	2,42	1,11	0,23
12	52,63	0,75	12,17	5,43	5,84	0,07	9,02	9,37	3,02	1,41	0,27
13	53,33	1,13	13,43	2,53	8,44	0,04	7,80	8,52	2,71	1,80	0,27
14	52,44	1,04	15,44	1,54	8,52	0,06	7,53	9,30	2,63	1,26	0,25
15	51,68	1,08	13,75	2,15	9,40	0,03	8,95	9,47	2,46	0,70	0,32
16	51,86	1,04	13,55	2,24	9,39	0,04	8,68	9,53	2,37	1,01	0,27
17	52,25	0,98	13,34	1,82	9,30	0,03	9,24	9,67	2,40	0,65	0,32
18	51,66	1,08	14,53	1,76	9,64	0,05	7,61	9,87	2,86	0,61	0,33
19	54,11	1,08	15,07	1,63	8,09	0,02	6,45	9,24	2,66	1,43	0,22
20	51,04	1,10	15,09	2,07	8,58	0,02	8,13	10,63	2,41	0,65	0,27
21	52,00	0,72	12,30	6,36	5,36	0,06	8,32	10,99	2,83	0,81	0,25
22	51,62	1,11	15,23	1,67	8,69	0,03	8,18	10,21	2,42	0,61	0,23
23	51,15	0,90	16,29	2,55	7,65	0,03	7,82	9,92	2,51	0,85	0,34
24	50,70	0,85	14,33	6,78	5,26	0,07	9,04	9,45	2,62	0,60	0,27
25	50,34	1,11	14,75	2,66	9,02	0,02	8,36	10,68	2,32	0,40	0,34
26	49,82	0,91	15,91	3,28	8,11	0,04	8,36	10,44	2,41	0,43	0,29
27	49,56	1,25	14,58	2,71	9,80	0,03	8,45	10,39	2,41	0,40	0,41
28	51,49	1,12	14,02	2,88	8,73	0,02	8,60	9,97	2,41	0,40	0,36
29	52,07	1,17	15,97	1,67	8,65	0,02	5,48	8,77	5,08	0,60	0,52
30	50,74	1,08	14,88	3,26	8,08	0,02	9,08	10,07	2,29	0,28	0,22
31	51,65	1,11	15,57	2,50	8,24	0,02	8,00	9,57	2,67	0,30	0,36
32	50,26	0,85	13,29	5,24	7,68	0,08	8,81	10,67	2,62	0,20	0,27
33	49,53	1,11	14,50	3,02	9,86	0,04	8,80	10,24	2,21	0,35	0,34
34	50,04	1,12	15,60	3,43	8,53	0,05	7,91	10,35	2,27	0,39	0,33

№ п/п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<i>Нижнемамонское месторождение</i>											
35	51,07	0,39	14,63	3,17	7,87	0,08	10,99	8,62	2,27	0,77	0,12
36	52,52	0,34	17,96	3,94	4,75	0,13	9,93	7,15	2,52	0,72	0,03
37	51,37	0,38	14,57	3,16	6,46	0,13	11,00	9,79	2,56	0,44	0,10
38	51,74	0,33	15,67	2,64	6,29	0,04	11,18	8,86	2,55	0,61	0,09
39	53,86	0,94	13,17	2,54	7,39	0,03	9,92	8,80	2,21	0,94	0,20
40	55,13	1,01	13,61	2,39	8,30	0,03	6,91	8,91	2,40	0,84	0,48
41	52,45	0,42	14,34	2,57	8,13	0,06	10,58	8,61	2,27	0,51	0,06
42	54,20	0,44	12,10	3,44	6,49	0,04	9,12	10,64	2,59	0,76	0,12
43	53,49	0,43	13,78	3,30	6,65	0,03	8,68	7,98	3,84	1,72	0,10
44	54,27	0,43	14,92	4,59	5,04	0,06	8,18	7,98	2,65	1,74	0,13
45	52,77	0,40	11,69	3,46	6,81	0,07	12,02	9,29	2,51	0,71	0,21
46	54,23	0,41	15,27	2,48	6,29	0,11	8,95	9,38	2,10	0,63	0,11
47	51,92	0,26	15,00	3,45	5,43	0,05	9,91	11,28	2,29	0,34	0,03
48	52,34	0,42	13,92	4,81	6,11	0,07	9,10	10,13	2,31	0,59	0,15

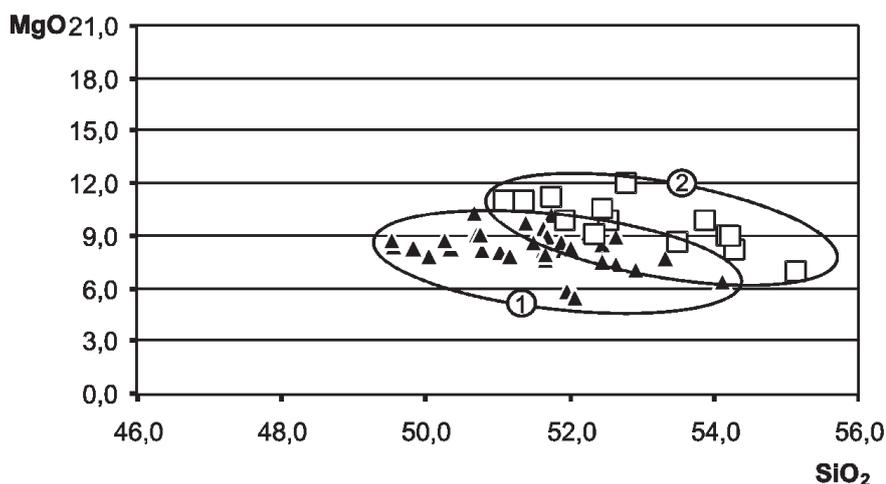


Рис. 4. Положение на диаграмме SiO<sub>2</sub> – MgO полей составов габброноритов Большемартыновского плутона (1) и одноименных пород Нижнемамонского сульфидно-медно-никелевого месторождения (2)

жащих ультрамафитов и мафитов (перидотиты, пироксениты, габбро); в) мафитов (габбронориты, габбро, габбродиориты, диориты);

2) минералого-петрографический облик каждой из этих породных групп характеризуется специфическими минералого-петрографическими и петрохимическими особенностями, позволяющими оценить их принадлежность к трем типам интрузий: мамонскому, ширяевскому и каменскому;

3) ведущими признаками трех породных ассоциаций Большемартыновского массива, определяющими их приуроченность к различным группам, являются: а) бесполовошпатовый состав в различной степени серпентинизированных ультрамафитов, повышенная магнезиальность, пониженное

содержание кальция, алюминия, низкая щелочность – мамонский тип; б) титанисто-роговообманковый парагенезис при повышенном содержании кремнезема, кальция, титана и особенно щелочей, что характерно для пород ширяевского типа интрузий; в) количественно преобладающие в составе минералого-петрографических, петрохимических и других особенностей мафиты Большемартыновского массива в полной мере соответствуют каменной группе интрузии, завершающей становление мамонского комплекса;

4) на диаграмме полей составов MgO – SiO<sub>2</sub> ультрамафиты Большемартыновского массива размещены в поле составов апотеридотитовых серпентинитов Нижнемамонского сульфидно-

медно-никелевого месторождения, что является одним из ведущих признаков, свидетельствующим о потенциальной никеленосности этой породной ассоциации.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № = 08-05-0093-р-офи).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Чернышов Н. М.* Платиноносные формации Курско-Воронежского региона : (Центральная Россия) / Н. М. Чернышов. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. – 448 с.
2. *Чернышов Н. М.* Сульфидные медно-никелевые месторождения юго-востока Воронежского кристаллического массива / Н. М. Чернышов. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1971. – 312 с.
3. *Фролов С. М.* Генетические типы базит-гипербазитовых интрузий мамонского комплекса ВКМ и их

взаимоотношение / С. М. Фролов // Вопросы геологии и металлогении докембрия Воронежского кристаллического массива. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1976. – С. 61–33.

4. *Бочаров В. Л.* Геология, геохимия и металлогения ультрамафит-мафитовых формаций Воронежского кристаллического массива : автореф. дис. ... д-ра геол.-минералог. наук / В. Л. Бочаров. – Киев, 1988. – 56 с.

5. *Хунг Ч. К.* Ширяевская дифференцированная интрузия среднепротерозойского никеленосного мамонского комплекса : автореф. дис. ... канд. геол.-минералог. наук / Ч. К. Хунг. – Воронеж, 1975. – 20 с.

6. *Чернышов Н. М.* Химические составы ультраосновных и основных пород докембрия Воронежского кристаллического массива / Н. М. Чернышов, В. Л. Бочаров. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1972. – 240 с.

7. *Багдасарова В. В.* Интрузивные мафитовые породы раннего докембрия ВКМ : автореф. дис. ... канд. геол.-минералог. наук / В. В. Богдасарова. Киев, 1987. – 23 с.

*Гордейченко Людмила Валентиновна – аспирант, кафедра минералогии и петрологии, Воронежский государственный университет. Тел.: (4732) 208-779, e-mail: gordeichenko\_l@mail.ru*

*Gordeichenko Lyudmila Valentinovna – Post-Graduate Student, Chair of Mineralogy and Petrology, Voronezh State University. Tel.: (4732) 208-779, e-mail: gordeichenko\_l@mail.ru*