

## II. МИНЕРАЛОГИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ И ГЕОХИМИЯ

УДК 552.81 (470.54)

С.В. Бушарина

### НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СОСТАВУ ТИПОМОРФНЫХ МИНЕРАЛОВ АЛМАЗОНОСНОГО КРАСНОВИШЕРСКОГО РАЙОНА

До настоящего времени коренные источники уральских алмазов в Красновишерском районе не установлены, а попытка связать генетический источник алмазоносности с мезозойскими щелочными пирокластитам, выявленными в этом районе в 1995 г. Рыбальченко А.Я., Остроумовым В.Р., Колобяниным В.Я., и др. [3,5], остается недоказанной. Поэтому основное внимание нами по-прежнему уделялось изучению состава типоморфных барофильных минералов, в первую очередь гранатов, клинопироксенов, хромшпинелидов и минералов ильменитовой группы, являющихся обычными спутниками алмазов.

Как давно уже установлено, данные по изучению спутников алмазов весьма эффективно и традиционно используются для поисков и выявления коренных источников алмазов – кимберлитовых и лампроитовых диатрем при детальном изучении их состава в осадочных терригенных породах и в россыпях, куда они могли попадать в результате наложенных процессов гипергенеза в различные периоды геологического времени.

Многолетний опыт минералого-петрографического изучения свидетельствует, что минералы-спутники алмазов нередко встречаются в разновозрастных терригенных, а также вулканогенных породах Красновишерского района. Совсем недавно нами был получен новый фактический материал с участков Рассольная, Волынка и Ишковский карьер, результаты изучения которого излагаются в настоящей статье. После соответствующей обработки проб были выделены разнообразные минералы, состав которых изучался с помощью рентгеновского микроспектрального анализатора "Самека" (аналитик В.Н. Ослоповских). Методика пересчета типоморфных минералов ранее неоднократно уже описывалась [7] и здесь не повторяется.

**Гранаты.** Определенный интерес в отношении генетической их природы и при оценке РТ условий кристаллизации могут представлять лишь данные по магнезиальным и магнезиально-железистым разновидностям гранатов, принадлежащим к пиральспитовому ряду (гранаты глубинного происхождения), к которому относятся пироповые и пироп-альмандиновые гранаты, содержащие обычно нормативный гроссуляр или кноррингит. Гранаты же уграндитового ряда, обладающие существенно кальциевым составом и в основном представленные уваровитовым, андрадитовым, титан-андрадитовым и гроссуляровым миналами, имеют, как правило, вторичное - метаморфическое происхождение.

Как видно из данных приведенных анализов и результатов их пересчетов (табл. 1, 2, 3), выделяются две генетические группы гранатов. К первой относятся гранаты, состав которых весьма сходен с составом аналогичных минералов, ассоциирующих с алмазами. Из приведенной выборки к ним несомненно относятся магнезиальные хромистые гранаты явно ультраосновного парагенезиса (см. табл. 1). Гранаты такого типа на месторождениях Северного Урала встречаются крайне редко, однако содержание их в отдельных местах может достигать сотен зерен на 10 л [8]. Все зерна подобного типа были обнаружены на Рассольнинском участке в базальной части колчимской свиты, залегающей там несогласно на венд-кембрийских отложениях. Все кноррингитсодержащие пиропы обладают примерно равными повышенными содержаниями хрома и кальция и пониженной железистостью, что свидетельствует об их высокой степени барофильности и принадлежности к алмазоносному лерцолитовому парагенезису [7]. На трехкомпонентной диаграмме Н.Н. Сарсадских [6] практически все зерна пространственно тяготеют к области высокоалмазоносных кимберлитов.

Состав магнезиальных хромистых гранатов из пород Колчимской свиты  
Красновишерского района (участок Рассольнинский - S<sub>1</sub>kℓ)

Показатели	9-3	9-2	9-1	9-3	9-1	9-3
SiO <sub>2</sub>	42,69	43,19	42,10	43,27	42,50	42,61
TiO <sub>2</sub>	0,05	0,15	0,52	0,40	0,53	0,73
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,44	17,52	15,80	16,48	15,99	15,61
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,26	6,39	7,83	6,62	7,51	7,72
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,26	2,76	2,79	3,64	3,00	3,21
FeO	4,87	3,97	3,5	2,7	3,17	3,71
MnO	0,35	0,30	0,25	0,23	0,25	0,27
MgO	19,42	19,75	19,70	19,98	19,55	18,74
CaO	6,48	6,62	6,48	6,59	6,93	7,47
Сумма	99,82	100,65	98,97	99,91	99,43	100,07
Кристаллохимическая формула в расчете на 12 (O)						
Si	3,092	3,096	3,084	3,125	3,097	3,103
Ti	0,003	0,008	0,028	0,022	0,029	0,039
Al	1,488	1,481	1,365	1,402	1,373	1,340
Cr	0,359	0,362	0,453	0,378	0,433	0,0445
Fe <sup>3+</sup>	0,123	0,149	0,154	0,198	0,165	0,176
Fe <sup>2+</sup>	0,295	0,238	0,216	0,153	0,193	0,226
Mn	0,021	0,018	0,015	0,014	0,015	0,017
Mg	2,097	2,112	2,151	2,151	2,123	2,034
Ca	0,503	0,509	0,508	0,509	0,541	0,583
Содержание главных минералов, %						
Ti-андрадит	0,3	0,9	2,8	2,3	3,1	4,2
Андрадит	6,3	7,8	7,7	10,5	8,6	9,2
Уваровит	10,6	9,1	10,5	5,2	7,3	6,9
Гроссуляр	-	-	-	-	-	-
Пироп	64,2	63,6	59,3	61,0	58,8	54,9
Альмандин	10,1	8,2	7,2	5,7	6,3	7,9
Спессартин	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6
Кноррингит	7,8	9,8	12,0	14,7	15,4	16,3
Основные расчетные параметры, %						
Железистость	12,3	10,1	9,10	7,1	7,8	10,0
Ca-комп.	17,2	17,8	21,0	18,0	19,0	20,3
Mg-комп.	72,0	73,4	71,3	75,7	74,2	71,2

Вторую группу представляют магнезиально-железистые бесхромистые гранаты розового и оранжево-розового цветов (метаморфическая ассоциация). Они были обнаружены нами в большом количестве на Рассольнинском участке в породах кочешорской свиты венд-кембрийского возраста и колчимской свиты нижнего силура. Несмотря на разновозрастность вмещающих их терригенных пород (песчаников), изученные гранаты обладают сходным составом. В результате пересчета этих гранатов, состав которых приведен в табл. 2, все они характеризуются высоким содержанием нормативного альмандина и содержат аномально мало кальция. Подобный состав наиболее характерен для гранатов из метаморфических эклогитов, в основном формировавшихся в пределах земной коры. Однако повышенная расчетная величина кремния в кристаллохимической формуле, обычно превышающая три катиона, свидетельствует о высоком давлении при кристаллизации этих гранатов. Вероятно, подобные магнезиально-железистые гранаты претерпели дополнительные преобразования при широко распространенных в районе процессах щелочного метаморфизма, сопровождавшегося выносом кальция. Наряду с вышеописанными альмандинами в породах кочешорской и колчимской свит были установлены типичные спессартиновые и содержащие повышенное количество марганца альмандиновые разновидности, содержащие скиагитовую составляющую – с повышенным содержанием Fe<sup>3+</sup>, что свидетельствует о пониженных температурах и высокой фугитивности кислорода при их образовании и генетической связи с субщелочными вулканогенными пирокластитам.

Состав магнезиально-железистых бесхромистых гранатов  
из разновозрастных терригенных толщ Красновишерского района

Показатели	1	2	3	4	5	6
	1-3	1-6	2-2	1-5	1-2	9-5
SiO <sub>2</sub>	40,30	40,88	39,23	4,030	36,66	39,46
TiO <sub>2</sub>	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,52	21,18	21,28	20,90	19,93	18,76
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,43	1,86	0,99	1,89	1,08	3,76
FeO	22,24	25,57	26,3	27,6	27,03	30,74
MnO	0,51	0,36	0,77	0,54	2,66	0,73
MgO	8,22	8,87	9,65	8,37	5,59	1,38
CaO	5,81	2,71	1,27	2,56	3,23	6,10
Сумма	100,07	101,5	99,55	102,22	96,24	100,98
Кристаллохимическая формула в расчете на 12 (O)						
Si	3,094	3,094	3,031	3,088	3,011	3,158
Ti	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001
Al	1,857	1,889	1,938	1,887	1,929	1,770
Cr	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Fe <sup>3+</sup>	0,140	0,106	0,058	0,109	0,067	0,227
Fe <sup>2+</sup>	1,428	1,619	1,700	1,776	1,857	2,058
Mn	0,033	0,023	0,051	0,035	0,185	0,049
Mg	0,940	1,000	1,111	0,955	0,684	0,164
Ca	0,478	0,219	0,105	0,210	0,284	0,523
Содержание главных минералов, %						
Ti-андрадит	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
Андрадит	7,3	5,5	2,9	5,5	3,3	12,2
Уваровит	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Гроссуляр	91,	1,8	0,3	1,3	5,8	6,3
Пироп	32,6	34,9	37,5	32,2	22,7	5,9
Альмандин	49,6	56,5	57,3	59,5	61,8	73,7
Спессартин	1,1	0,8	1,7	1,2	6,1	1,7
Основные расчетные параметры, %						
Железистость	60,3	61,8	60,5	64,9	73,1	92,4
Ca-комп.	16,6	7,6	3,5	7,1	9,4	18,7
Mg-комп.	32,6	34,9	37,5	32,2	22,7	5,9

Примечание: 1, 4, 6 – участок Рассольнинский (V:€k€); 2, 3, 5 – участок Рассольнинский (S<sub>1</sub>k€).

**Хромшпинелиды** являются наиболее удобными и надежными минералами при оценке условий формирования вмещающих их пород и определения их генетической принадлежности. Их можно также использовать для количественной оценки парциального давления или, точнее, фугитивности кислорода при их кристаллизации. И.А. Малаховым (1972) ранее было установлено, что хромшпинелиды обладают низкой “термодинамической прочностью”, что позволяет использовать их в качестве термобарометра.

Отметим, что хромистые шпинели являются наиболее распространенными среди серии барофильных минералов в терригенных породах Красновишерского района – от протерозоя до мезозоя-кайнозоя. Всего нами было проанализировано одиннадцать зерен хромшпинелидов из кочешорской, колчимской и такатинской свит (табл. 4). К сожалению, зерен, принадлежащих к алмазодносной ассоциации, не было обнаружено. Все зерна характеризуются умеренной хромистостью и повышенной железистостью. Судя по расчетной их железистости, они претерпели интенсивный метаморфизм, что не позволяет сказать что-либо определенное в отношении их исходной генетической принадлежности. Однозначно можно лишь сказать, что этот материал является древним, претерпевшим неоднократное переотложение с наложенным на вмещающие толщи метаморфизмом. Возможно, что этому способствовало внедрение и контактово-термальное воздействие субщелочных вулканогенных пирокластитов.

Состав марганцовистых и железистых гранатов  
из разновозрастных терригенных толщ Красновишерского района

Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8
	1-1	9-5	9-5	1-4	9-4	2-1	9-4	2-3
SiO <sub>2</sub>	37,84	37,84	38,52	38,22	40,88	41,03	41,75	40,28
TiO <sub>2</sub>	0,13	0,10	0,02	0,00	0,02	0,05	0,03	0,05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,37	18,82	19,18	20,48	19,92	20,99	20,31	21,01
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	0,00	0,00	0,01	0,05	0,01	0,06	0,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,64	2,67	2,51	0,96	3,1	2,17	3,46	1,57
FeO	16,07	16,58	30,8	31,61	29,2	24,0	24,75	27,4
MnO	22,86	22,94	6,0	1,39	1,08	1,10	0,36	0,25
MgO	0,43	0,43	1,54	5,01	6,32	10,0	10,21	8,09
CaO	0,20	0,59	0,91	0,69	0,91	1,66	1,23	1,65
Сумма	98,55	99,97	99,48	98,37	101,48	101,01	102,16	100,3
Кристаллохимическая формула в расчете на 12 (O)								
Si	3,131	3,116	3,144	3,074	3,162	3,104	3,134	3,099
Ti	0,008	0,006	0,001	0,000	0,001	0,003	0,002	0,003
Al	1,889	1,824	1,845	1,941	1,816	1,872	1,799	1,906
Cr	0,001	0,000	0,000	0,001	0,002	0,001	0,003	0,000
Fe <sup>3+</sup>	0,102	0,166	0,154	0,058	0,181	0,124	0,196	0,091
Fe <sup>2+</sup>	1,112	1,142	2,105	2,127	1,888	1,519	1,556	1,764
Mn	1,602	1,600	0,415	0,095	0,071	0,070	0,023	0,016
Mg	0,053	0,053	0,187	0,601	0,729	1,128	1,144	0,928
Ca	0,018	0,050	0,079	0,059	0,075	0,135	0,099	0,136
Содержание главных минералов, %								
Ti-андрадит	0,6	0,7	0,1	-	0,1	0,3	0,2	0,3
Андрадит	-	1,1	2,7	0,1	0,1	0,1	0,2	-
Уваровит	0,1	-	-	0,1	0,1	0,1	0,2	-
Гроссуляр	-	-	-	-	-	-	-	-
Пироп	1,9	1,8	6,7	20,8	26,3	39,5	40,5	32,6
Скиагит	5,7	7,6	5,6	1,0	7,4	2,1	7,3	0,3
Альмандин	34,2	32,5	69,9	72,8	60,9	51,1	47,8	61,7
Спессартин	57,5	56,2	14,9	3,3	2,5	2,5	0,8	0,6
Основные расчетные параметры, %								
Железистость	95,4	95,6	91,3	95,7	72,1	57,4	57,6	65,5
Ca-комп.	0,7	1,8	2,8	2,1	2,6	4,8	3,5	4,8
Mg-комп.	1,9	1,8	6,7	20,8	26,3	39,5	40,5	32,6

Примечание: 1, 8 – участок Рассольнинский (S<sub>1</sub>kℓ); 2-7 – участок Рассольнинский (V:ЄкЄ).

Из титаносодержащих минералов были выделены только рутил и единичный ильменорутит (табл. 5). Образование этих минералов вероятно происходило за счет преобразования ильменитов, но возможно рутил присутствует в разновозрастных терригенных толщах в качестве самостоятельного ксеногенного материала, транспортировавшегося туда при дезинтеграции пород основного состава. Такого рода неоднозначность лишь отражает всю сложность поставленной проблемы.

При обработке проб с участков Рассольная и Волынка нами было выявлено довольно большое количество темно-зеленых минералов округлой формы, принадлежащих к глауконитам (табл. 6). Обращает на себя внимание, что все проанализированные глаукониты принадлежат к сколитам, то есть существенно глинистым разновидностям глауконита. При этом наряду с высоким содержанием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в них отмечается и повышенная железистость, вследствие чего все исследованные зерна обладают темно-зеленой окраской. Интересно отметить, что состав данных сколитов обладает большим сходством с составом субщелочных вулканитов. Это позволяет предполагать, что исходным веществом для глауконитов, образующихся в мелководных бассейнах [1], могли быть внедрявшиеся в мезозое вулканиты.

Как следует из приведенных данных, среди проанализированных минералов явно преобладают минералы метаморфогенного происхождения, не дающие достоверной информации о генетической их принадлежности. Наибольший интерес, с точки зрения их происхождения, представляют лишь кноррингитсодержащие пиропы – типичные спутники алмазов.

## Состав хромшпинелидов из разновозрастных терригенных толщ Красновишерского района

Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	9-10	1-7	2-6	9-9	1-7	9-8	1-7	2-B	1-7
TiO <sub>2</sub>	5,79	0,43	0,33	1,18	0,70	1,33	0,30	1,57	0,82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,86	17,95	17,02	16,74	14,40	12,49	12,41	18,31	19,36
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	45,38	48,24	48,95	47,60	49,76	41,48	47,69	46,11	50,44
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,08	6,09	5,82	4,17	4,69	12,05	8,54	1,53	-
FeO	16,35	13,68	14,84	20,97	20,81	25,89	24,66	20,64	20,07
MnO	0,32	0,30	0,27	0,25	0,27	0,34	0,28	0,23	0,19
MgO	14,37	13,99	13,0	9,50	8,92	6,42	5,94	9,72	8,12
ZnO	0,11	0,05	0,07	0,15	0,06	0,37	0,16	-	0,09
Сумма	101,26	100,73	100,29	100,57	99,62	99,37	99,97	98,11	99,49
Кристаллохимическая формула в расчете на 32 (O)									
Ti	1,120	0,080	0,062	0,227	0,138	0,273	0,061	0,318	0,158
Al	2,384	5,246	5,043	5,069	4,459	4,021	3,953	5,831	5,960
Cr	9,231	9,457	9,731	9,668	10,336	8,957	10,189	9,847	10,204
Fe <sup>3+</sup>	2,145	1,136	1,101	0,806	0,928	2,476	1,736	0,311	-
Fe <sup>2+</sup>	3,518	2,837	3,119	4,507	4,573	5,913	5,572	4,028	4,295
Mn	0,069	0,063	0,057	0,054	0,060	0,078	0,064	0,052	0,041
Mg	5,511	5,171	4,872	3,683	3,493	2,2026	2,393	3,914	3,097
Содержание главных миналов, %									
Ульвошпинель	19,6	1,5	1,2	4,2	2,6	5,0	1,1	3,8	1,9
Шпинель	13,9	32,6	31,4	31,2	27,6	24,7	24,6	35,1	24,4
Магнохромит	50,5	31,7	29,3	13,6	15,7	2,4	5,2	12,0	13,1
Хромит	3,5	27,1	31,3	46,0	48,4	52,6	58,3	47,3	48,9
Магнетит	12,5	7,1	6,8	5,0	5,8	15,3	10,8	1,8	-
Тв. р-р Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	11,7
Основные расчетные параметры, %									
F	51,3	44,1	47,0	59,9	61,8	79,9	75,9	55,9	58,1
Y	79,5	64,3	65,9	65,6	69,9	69,0	72,0	62,8	63,0
Z	15,6	7,1	6,9	5,2	5,9	16,0	10,9	1,9	0

Примечание: 1, 4, 6 – участок Рассольнинский (S<sub>1</sub>kℓ); 2, 5, 7, 9 – участок Рассольнинский (V: Ёкё); 3 – участок Ишковский (D<sub>1</sub>tk); 8 – участок Волянка (S<sub>1</sub>kℓ+D<sub>1</sub>tk).

Таблица 5

## Состав рутила (1-7) из разновозрастных терригенных толщ Красновишерского района

Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8
	ЗИ	4И	2В	4-В	5-В	2-Д	8-1	8-5
SiO <sub>2</sub>	0,28	0,13	0,02	0,13	0,09	0,00	0,17	0,15
TiO <sub>2</sub>	98,79	99,75	98,89	98,23	102,77	103,26	96,36	69,62
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,04	0,25	0,04	0,00	0,17	0,04	0,19	0,25
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,85	0,37	0,06	0,01	0,04	0,09	0,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-
FeO	0,10	0,05	0,2	0,09	0,21	0,04	0,21	9,25
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	-	0,08
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	1,11
CaO	0,07	0,09	0,00	0,00	0,01	0,01	-	-
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	-	-	-	-	-	-	17,87
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	-	-	-	-	-	-	1,37
Сумма	99,28	101,12	99,44	98,51	103,27	103,39	98,07	99,73
Содержание главных миналов, %								
Герцинит	0,1	0,1	0,1	-	0,3	0,1	0,3	-
Шпинель	-	-	-	-	-	-	-	0,5
Хромит	-	-	0,4	0,1	сл.	сл.	0,1	-
Гейкелит	-	-	-	-	-	-	3,0	4,8
Пирофанит	-	-	-	-	сл.	-	-	0,2
Ильменит	0,2	-	-	0,2	0,2	-	0,1	-
Рутил	99,7	99,3	99,5	99,7	99,5	99,1	96,5	81,0
Ильменорутил	-	-	-	-	-	-	-	13,5
Корунд	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Эскалаит	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Примечание: 1, 2, 7, 8 – участок Ишковский (D<sub>1</sub>tk); 3, 4, 5 – участок Волянка (S<sub>1</sub>kℓ+D<sub>1</sub>tk); 6 – участок Дресвянка (V: Ёкё).

Состав глауконитов из разновозрастных терригенных толщ  
Красновишерского района с участков Рассольная и Волынка

Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	56,13	56,58	54,58	55,66	55,06	56,80	55,22	56,27
TiO <sub>2</sub>	0,13	0,10	0,15	0,08	0,15	-	-	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,11	23,07	20,56	20,05	16,48	17,08	11,19	16,88
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,90	6,61	9,10	7,64	12,68	13,05	19,38	13,24
MnO	0,04	0,01	0,03	0,03	0,08	-	-	-
MgO	3,96	3,68	5,19	4,18	5,79	-	1,77	1,53
CaO	0,32	0,35	0,25	0,29	0,34	1,06	0,42	0,46
Na <sub>2</sub> O	-	-	-	0,01	0,03	-	-	-
K <sub>2</sub> O	7,39	7,86	8,92	9,15	9,59	9,33	8,61	7,93
Сумма	96,98	98,26	98,68	97,09	100,2	97,32	96,59	96,31
Кристаллохимическая формула в пересчете на 12 катионов в группах Y и Z								
Si	7,243	7,198	7,002	7,312	7,117	7,857	7,738	7,638
Ti	0,012	0,010	0,015	0,008	0,015	-	-	-
Al <sup>IV</sup>	0,757	0,802	0,998	0,688	0,883	0,143	0,262	0,362
Al <sup>VI</sup>	2,453	2,658	2,110	2,416	1,627	2,642	1,585	2,337
Fe <sup>3+</sup>	0,768	0,633	0,879	0,755	1,233	1,358	2,044	1,352
Mn	0,005	0,001	0,003	0,003	0,009	-	-	-
Mg	0,761	0,698	0,993	0,819	1,115	-	0,369	0,309
Ca	0,044	0,047	0,034	0,041	0,047	0,157	0,063	0,067
Na	-	-	-	0,003	0,008	-	-	-
K	1,217	1,275	1,460	1,533	1,581	1,645	1,539	1,374
Основные расчетные параметры								
Al <sup>VI</sup> /Al <sup>IV</sup>	3,24	3,31	2,11	3,51	1,84	18,47	6,05	6,46
Fe/Al	0,24	0,18	0,28	0,24	0,49	0,49	1,11	0,50
R <sub>2</sub> O/R <sub>2</sub> O+CaO	0,96	0,93	0,96	0,95	0,94	0,83	0,92	0,91
X	1,261	1,322	1,494	1,577	1,636	1,802	1,602	1,440
Y	3,999	4,000	4,000	4,001	3,999	4,000	3,998	3,998
Z	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000

Примечание: анализы 1-5 - автора; 6-8 – ПГГСП “Геокарта”; 1-3, 6-8 - уч. Рассольнинский; 1, 2 –V: Екс; 3, 6-8 - S<sub>1</sub>кℓ; 4,5 - уч. Волынка - S<sub>1</sub>кℓ+D<sub>1</sub>tk.

Ранее полученная информация по составу типоморфных минералов в рассматриваемом районе позволяет достаточно четко выявлять здесь два парагенезиса: первый – барофильный, типичный для кимберлитов, и второй - весьма умеренных температур и давлений, генетически связанный с вулканогенными пирокластитами, к которому, помимо глауконитов, принадлежат описанные нами и И.А. Малаховым железистые и марганцовистые гранаты, а также ильмениты, ранее изученные В.В. Жуковым (2000).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дир У.А., Хаун Р.А., Зусман Дж. Породообразующие минералы. Т. 3. Листовые силикаты. М.: Мир, 1966. 317 с.
2. Лукьянова Л.И., Лобкова Л.П., Маренчев А.М. и др. Коренные источники алмазов на Урале // Региональная геология и металлогения. 1997. № 7. С. 88-97.
3. Лукьянова Л.И., Жуков В.В., Кириллов В.А. и др. Субвулканические взрывные породы Урала – возможные коренные источники алмазных россыпей // Региональная геология и металлогения. 2000. № 12. С. 134-157
4. Малахов И.А., Бушарина С.В. Генетическая принадлежность вишерских алмазов и проблема рудоносности туффизитов // Петрология магматических и метаморфических комплексов. Томск, 2001. С. 247-253.
5. Рыбальченко А.А., Колобянин В.А., Лукьянова Л.И. и др. О новом типе коренных источников алмазов на Урале // ДАН РАН, 1997. Т. 353, № 1. С. 90-93.
6. Сарсадских Н.Н., Ровша В.С., Благулькина В.А. Минералы включений пироповых перидотитов в кимберлитах Долдино-Алакинского алмазоносного района // Мат-лы ВСЕГЕИ, нов. сер., М., 1960. Вып. 40.

7. **Соболев Н.В.** Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии // Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 183. Новосибирск: Наука, 1974. 264 с.

8. **Чайковский И.И.** Петрология и минералогия интрузивных алмазоносных пирокластитов Вишерского Урала. Пермь: Изд-во Пермского ун-та. 2001. 323 с.

УДК 38.49.15 (470.5)

**П.Л. Бурмако**

## **СОСТАВ ХРОМШПИНЕЛИДОВ АЛЬПИНОТИПНЫХ МАССИВОВ УРАЛА И ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ МЕТАМОРФИЗМА НА ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ**

В пределах Уральского региона насчитывается более 300 альпинотипных гипербазитовых массивов, примерно десятая часть из которых традиционно считается хромитоносной. Среди них наиболее крупные и известные во всем мире месторождения Кемпирсайского массива на Южном Урале и введенное в эксплуатацию в самое последнее время месторождение Рай-Изского массива в Полярноуральском регионе.

В связи с тем, что Кемпирсайское месторождение сейчас находится за границей, на территории Казахстана, а на месторождении Райизского массива возможна лишь сезонная добыча хромитовых руд, ставится задача перспективной оценки известных хромитоносных массивов на этот вид минерального сырья. Альпинотипные массивы Челябинской области играют в этом немаловажную роль.

По давно уже устоявшимся представлениям, в альпинотипных массивах выделяется два типа хромитового оруденения: высокохромистое – связанное с дунитами либо с полосчатым дунит-гарцбургитовым комплексом, причем приуроченное также только к дунитовым полосам различной мощности, и, по данным И.А. Малахова [1], располагающееся структурно выше дунитовой части разреза. Второй тип – высокоглиноземистый, приурочен к области, сложенной исключительно гарцбургитами, которые перекрывают дунит-гарцбургитовый полосчатый комплекс. Этот тип является наиболее распространенным на Урале и в той или иной степени присутствует практически во всех альпинотипных массивах. Отмечаемый в настоящее время третий тип хромитового оруденения, связанный с дунит-клинопироксенитовым комплексом, возникновение которого обуславливается воздействием на гипербазиты перекрывающих их габброидов, особого промышленного значения не имеет и отмечается на Хабаровинском, Алапаевском и еще целом ряде альпинотипных массивов Среднего и Южного Урала.

В результате изучения строения четырех альпинотипных массивов Челябинской области, относящихся к западному обрамлению Восточно-Уральского поднятия – Куликовского, Уйского, Успеновского и Татищевского, установлено, что расположенное в них хромитовое оруденение принадлежит к двум из пяти выделенных И.А. Малаховым [1] формационных типов хромитовых месторождений – Кракинскому и Верблюжегорскому.

К Кракинскому типу, представляющему самые верхние части рудоносного дунит-гарцбургитового полосчатого комплекса, относятся хромитовые месторождения Успеновского массива, сложенные сплошными рудами. Все эти месторождения приурочены к маломощным полосам дунитов, по всей видимости, вторичного происхождения, с которыми связано большое количество мелких хромитовых тел и сегрегаций, сложенных высокохромистыми хромитовыми рудами. Некоторые типичные составы хромшпинелидов из подобных хромитовых обособлений Успеновского массива приведены в табл. 1.

Состав хромшпинелидов из этих сегрегаций характеризуется относительно повышенным содержанием оксида хрома – около 50 %, небольшим количеством  $Al_2O_3$ , не превышающим 20 %, и незначительным присутствием в составе хромита трехвалентного железа. Последнее может свидетельствовать, с одной стороны, об относительно высокой глубине формирования данных хромшпинелидов, где парциальное давление кислорода было пониженным [2], а с другой, – что представляется более реальным, о наложении на сформированные ранее высокоглиноземистые хромитовые руды процессов вторичного высокотемпературного метаморфизма в глубинных условиях, приведшего к повышению их качества.