

СОСТАВ ХРОМШПИНЕЛИДОВ ИЗ АЛМАЗОНОСНОЙ РОССЫПИ ТЫПЫЛЬСКОЙ ПЛОЩАДИ НА СЕВЕРНОМ УРАЛЕ И ИХ ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПРИРОДА

На протяжении последних лет объектом нашего изучения являлись типоморфные минералы, и в первую очередь хромшпинелиды из Тыпыльской алмазонасной аллювиальной россыпи, находящейся к востоку от широко известного Кытлымского дунит-клинопироксенитового комплекса Платиноносного пояса Урала. Хотя в последние годы у нас в стране и за рубежом бытует мнение, что единственными коренными источниками крупных алмазов, включая и ювелирные их разновидности, являются кимберлиты и лампронты, вопрос о некимберлитовых источниках коренных алмазов до сих пор окончательно не отвергнут. Напомним, что еще в 50-х годах прошлого столетия А.А. Кухаренко [3] была сделана находка алмаза в Каменушинском пироксенит-дунитовом массиве, располагающемся к северу от Кытлымского комплекса в той же структурной зоне.

Изучение целого ряда шлиховых проб, отобранных по Тыпыльской площади, показало, что в отмытых тяжелых шлихах преобладающим распространением пользуются титаномagnetиты, ильмениты и хромшпинелиды. Последние, как известно, принадлежат к числу наиболее надежных минералов при оценке алмазонасности кимберлитов, поскольку содержание окиси хрома во включениях и в сростках хромистых шпинелей с алмазами в кимберлитах достигает 62-67 % [9]. Опыт изучения кимберлитовых трубок Архангельской алмазонасной провинции также свидетельствует о действенности использования состава хромистых шпинелей для поиска алмазонасных фаций пород [1].

Если принять во внимание, что на Приполярном Урале в пределах Восточно-Уральского поднятия - к ЮВ от пос. Саранпауля - располагается Хартесский комплекс, включающий кимберлиты, впервые описанный Л.И. Лукьяновой (устное сообщение), то вопрос о возможности генетической связи тыпыльских алмазов с кимберлитами или с лампронитами нельзя снимать с обсуждения. Тем более, что за последние годы ряд находок мезозойских лампронитов сделан как на Приполярном, так и на Южном Урале.

Поскольку состав хромшпинелидов из кимберлитов и из дунитов Платиноносного пояса Урала отличается весьма существенно, была проведена серия анализов хромшпинелидов из россыпей с целью выявления особенностей их состава и определения генетической их принадлежности на основе детального их сопоставления с составом хромшпинелидов из дунитов и хромитов Косьвинского массива, входящего в состав обширного Кытлымского комплекса, материал которых явно преобладает в Тыпыльской россыпи. Результаты выполненных отсюда 22 анализов хромшпинелидов представлены в табл. 1.

Действенность использования железистости, хромистости и доли железа среди трехвалентных окислов в хромшпинелидах для определения их генетической принадлежности ранее установлена И.А. Малаховым в одной из его работ [6]. Для определения генетической принадлежности проанализированных хромшпинелидов приведем данные по составу хромшпинелидов из дунитов и хромитовых руд Косьвинского массива, расположенного к западу и в непосредственной близости от Тыпыльской россыпи, данные по которым взяты из монографии О.К. Иванова [2] и приводятся в табл. 2 и 3.

Подчеркнем, что хромшпинелиды из дунитов и ассоциирующих с ними хромитовых шлиров и жил дунит-клинопироксенитовых массивов Платиноносного пояса Урала обладают определенной спецификой состава: они характеризуются аномально высокой железистостью, высоким содержанием железа и титана и аномально низкой хромистостью, по сравнению с хромшпинелидами из кимберлитов (табл. 4), а также с высокохромистыми шпинелями из дунитов и ассоциирующих с ними хромитов из наиболее широко распространенных на Урале альпинотипных ультраосновных массивов (табл. 5). Поскольку для нас представляют особый интерес высокохромистые шпинели, в последней таблице приводится ряд таких анализов, заимствованных из только что опубликованной работы И.А. Малахова [7].

Таблица 1

Состав хромшпинелидов из россыпей Тыпыльской площади

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
TiO ₂	0,71	0,61	0,61	0,91	0,82	0,52	0,59	0,44	0,45	0,52	0,52
Al ₂ O ₃	8,96	7,64	11,82	10,97	9,99	10,69	9,02	9,82	10,72	11,05	10,87
Cr ₂ O ₃	45,25	43,19	48,56	43,63	43,20	50,40	48,50	51,23	50,63	51,45	47,50
Fe ₂ O ₃	17,06	19,62	11,07	16,38	17,41	9,03	12,70	9,66	10,27	8,32	11,30
FeO	23,27	25,10	17,77	20,55	21,14	18,03	19,66	16,13	17,77	18,35	19,32
MnO	0,62	0,74	0,60	0,62	0,61	0,53	0,63	0,53	0,53	0,50	0,55
MgO	7,16	5,54	10,65	9,08	8,42	9,98	8,84	11,00	10,44	11,18	9,12
Сумма	103,03	102,44	101,08	102,14	101,59	99,18	99,94	98,81	100,81	99,37	99,18
Главные минеральные составляющие, %											
Ульвошпинель	1,77	1,56	1,49	2,24	2,05	1,30	1,49	1,10	1,11	1,29	1,31
Шпинель	17,53	15,30	22,63	21,15	19,54	20,99	17,89	19,29	20,69	21,44	21,48
Магнохромит	17,90	12,77	28,94	23,13	22,11	28,58	26,46	35,36	30,28	33,43	24,10
Хромит	41,48	45,27	33,41	33,30	34,56	37,81	38,07	32,14	35,27	33,54	38,85
Магнетит	21,31	25,10	13,53	20,17	21,74	11,32	16,08	12,11	12,65	10,31	14,26
Основные расчетные параметры, %											
Железистость (с FeO _{хром})	75,2	81,2	59,4	68,6	71,0	59,5	66,4	55,9	59,2	54,5	64,5
Железистость (с FeO)	64,6	71,8	48,3	55,9	58,5	50,3	55,5	45,1	48,8	45,1	54,3
Хромистость	77,2	79,1	73,4	72,7	74,4	76,0	78,3	77,8	76,0	75,7	74,6
Доля Fe ³⁺ в R ²⁺	21,7	25,5	13,7	20,6	22,2	11,5	16,3	12,2	12,8	10,4	14,4

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
TiO ₂	0,58	0,47	0,61	0,53	0,50	0,58	0,42	0,42	0,64	0,56	0,55
Al ₂ O ₃	10,15	11,77	11,96	11,05	10,32	12,43	10,62	10,39	10,11	10,94	10,35
Cr ₂ O ₃	44,06	50,38	48,37	50,81	49,07	41,68	51,52	50,99	44,85	51,88	47,88
Fe ₂ O ₃	14,71	7,04	8,45	7,96	10,40	14,36	7,31	8,49	13,56	7,97	12,85
FeO	20,46	17,45	19,47	18,04	18,79	22,32	17,73	19,17	20,47	15,43	18,20
MnO	0,54	0,52	0,50	0,50	0,55	0,56	0,50	0,57	0,57	0,41	0,54
MgO	8,21	10,18	9,10	9,98	9,37	7,34	9,90	9,12	8,15	11,77	10,07
Сумма	98,71	97,81	98,46	98,87	99,00	99,27	98,00	99,15	98,35	98,96	100,44
Главные минеральные составляющие, %											
Ульвошинель	1,49	1,18	1,54	1,33	1,26	1,47	1,06	1,06	1,64	1,39	1,37
Шпинель	20,37	23,23	23,65	21,71	20,43	24,71	21,08	20,55	20,35	21,23	20,15
Магнетит	21,30	27,60	21,86	27,89	26,49	12,20	28,62	25,08	21,15	36,54	29,43
Хромит	38,00	39,12	42,29	39,08	38,68	43,39	39,97	42,58	39,42	30,98	33,08
Магнетит	18,84	8,87	10,67	9,98	13,14	18,23	9,27	10,73	17,43	9,87	15,97
Основные расчетные параметры, %											
Железистость (с FeO _{300g})	69,7	56,7	62,5	58,6	62,8	72,9	57,9	62,3	69,2	51,9	62,4
Железистость (с FeO)	58,3	49,0	54,5	50,4	52,9	63,0	50,1	54,1	58,5	42,4	50,4
Хромистость	74,4	74,2	73,1	75,5	76,1	69,2	76,5	76,7	74,8	76,1	75,6
Доля Fe ³⁺ в R ³⁺	19,1	8,0	10,8	10,1	13,3	18,5	9,4	10,8	17,7	10,0	16,2

Состав аксессуарных хромшпинелидов из дунитов Косьвинского массива [2]

Таблица 2

	8111	8112	8113	8114	8116	2846	2849	C 59/6
TiO ₂	0,50	0,40	0,40	0,60	0,65	0,76	0,94	0,40
Al ₂ O ₃	10,70	7,90	6,60	5,10	7,00	6,00	8,40	10,40
Cr ₂ O ₃	43,50	48,50	45,30	40,80	43,40	30,00	30,70	48,40
Fe ₂ O ₃	16,60	12,18	16,40	21,40	17,15	31,60	28,10	11,60
FeO	22,00	21,80	22,10	24,32	22,78	25,10	24,20	20,10
MnO	0,35	0,40	0,45	0,35	0,30	0,44	0,44	0,30
MgO	7,90	7,00	6,50	5,00	6,30	4,75	5,68	8,80
Сумма	101,55	98,18	97,75	97,57	97,63	98,65	98,46	100,10
Главные минеральные составляющие, %								
Ульвошпинель	1,9	1,5	1,6	2,4	2,4	3,0	3,7	1,5
Шпинель	20,8	16,1	13,6	10,8	18,7	12,5	17,2	20,4
Магнохромит	18,0	20,0	20,4	15,9	17,6	12,6	12,2	23,2
Хромит	38,7	46,6	42,6	42,0	39,8	29,6	30,1	40,4
Магнетит	20,6	15,8	21,8	28,9	21,5	42,3	36,8	14,5
Основные расчетные параметры, %								
Железистость (с FeO _{сумм})	72,4	72,4	76,1	83,0	77,3	86,3	83,0	66,0
Железистость (с FeO)	61,0	63,6	65,6	73,2	67,0	74,7	70,5	56,2
Хромистость	73,2	80,4	82,1	84,3	80,6	77,0	71,0	75,7
Доля Fe ³⁺ в R ³⁺	21,0	16,1	22,1	29,6	23,3	43,6	38,2	14,7

Примечание. 8111-8116, 2846, 2849, C59/6 – номера анализов

Состав хромшпинелидов из хромитовых шпиров в дунитах Косьвинского массива [2]

Таблица 3

	9	10	12	13	14	16	17	19
TiO ₂	1,03	0,58	1,62	0,77	0,72	0,54	0,82	0,65
Al ₂ O ₃	11,40	8,51	7,55	9,02	9,48	10,26	10,00	10,96
Cr ₂ O ₃	37,16	47,10	30,31	46,24	47,43	50,60	43,73	44,63
Fe ₂ O ₃	22,95	14,59	29,77	15,65	13,53	10,68	16,70	15,35
FeO	19,08	20,27	23,30	17,23	18,21	15,68	17,70	16,79
MnO	0,28	-	0,28	0,28	0,28	0,20	0,22	0,38
MgO	10,33	8,75	6,94	10,73	10,09	11,80	10,54	11,06
Сумма	102,23	99,80	99,77	99,92	99,74	99,76	99,71	99,82
Главные минеральные составляющие, %								
Ульвошпинель	3,7	2,2	6,2	2,8	2,7	2,0	3,1	2,4
Шпинель	21,5	16,8	15,1	17,5	18,5	19,7	19,4	21,1
Магнохромит	27,8	27,0	20,0	35,2	31,3	37,6	32,3	32,7
Хромит	19,4	35,6	20,7	25,1	30,7	27,6	24,5	24,9
Магнетит	27,6	25,1	38,0	19,4	16,8	13,1	20,7	18,9
Основные расчетные параметры, %								
Железистость (с FeO _{сумм})	68,3	68,5	80,2	62,1	62,8	54,6	63,5	60,8
Железистость (с FeO)	50,9	56,5	65,3	47,4	50,3	42,7	48,5	46,0
Хромистость	68,6	78,7	72,9	77,4	77,0	76,8	74,6	73,2
Доля Fe ³⁺ в R ³⁺	28,5	18,8	40,5	20,0	17,3	13,4	21,3	19,3

Примечание. 9, 10, 12-14, 16, 17, 19 – номера анализов

Как следует из приведенных исходных данных в табл. 2-5 и рассчитанных для них основных параметров, хромшпинелиды из пород и руд массивов Платиноносного пояса Урала отличаются весьма сильно от хромшпинелидов алмазоносных фаций кимберлитов Архангельской алмазоносной провинции и встречающихся в Якутии, а также от высокохромистых шпинелей из дунитов и хромитов альпинотипных комплексов Урала, претерпевших наложенный высокотемпературный метаморфизм в своем окончательном становлении [6, 7]. Эти различия особенно наглядны на представленных на рисунке диаграммах зависимости железистости с хромистостью и долей трехвалентного железа в хромшпинелидах различной генетической принадлежности.

Средний состав высокохромистых шпинелей из включений мантийных перидотитов и в содержащихся в них алмазах в кимберлитах Якутии по Н.В. Соболеву и др. [9] и Архангельской алмазоносной области [1]

Регион	Якутия		Архангельская область (СВ Русской платформы)					
	Место отбора проб	среднее из 25 ан.	среднее из 31 ан.	среднее из 200 ан.	золотницкое поле. Ср. из 85 ср. из 22		верхотинское поле. Ср. из 15	трубка В. Гриба Ср. из 19
Характеристика	включения в алмазах	сростки с алмазами	включения в алмазах	включения в алмазах	высоко-титанист. ассоциация	алмазонос парагенезис	алмазонос парагенезис	
TiO ₂	0,21	0,31	0,29	0,74	2,57	1,05	0,56	
Al ₂ O ₃	5,49	4,85	5,44	6,13	5,38	5,30	6,22	
Cr ₂ O ₃	64,50	64,50	63,69	62,25	61,38	61,92	62,40	
Fe ₂ O ₃	3,37	2,60	3,65	3,50	0,51	4,48	3,91	
FeO	12,85	14,70	13,73	15,01	18,47	14,28	14,61	
MnO	0,23	0,26	0,27	0,39	0,52	0,53	0,32	
MgO	13,00	11,70	12,40	12,01	10,57	12,48	12,18	
Сумма	99,64	98,92	99,48	100,03	99,80	100,04	100,20	
Главные минеральные составляющие, %								
Ульвошпинель	0,8	1,2	1,1	2,7	9,5	3,9	2,1	
Шпинель	10,7	9,6	10,7	11,9	10,3	10,2	12,0	
Магнохромит	53,4	49,0	50,8	47,0	41,0	50,7	47,6	
Хромит	30,9	36,7	32,9	33,9	38,1	29,5	33,4	
Магнетит	4,2	3,5	4,6	4,5	1,1	5,7	4,8	
Основные расчетные параметры								
Железистость (с FeO _{сумм})	41,3	45,7	44,2	46,9	52,0	46,5	46,3	
Железистость (с FeO)	35,7	41,1	38,3	41,0	49,5	38,9	40,2	
Хромистость	88,7	89,9	88,7	87,2	88,4	88,7	87,1	
Доля Fe ³⁺ в R ³⁺	4,2	3,5	4,6	4,6	1,2	5,9	4,9	

Таблица 5

Состав высокохромистых шпинелей из пород и руд в массивах альпинотипных ультрамафитов Урала, претерпевших высокотемпературный метаморфизм [4, 6, 8]

Массив	Кемпирсайский	Рай-Из	Войкаро-Сыньинский			Халиловский		
			акцесс.	рудный	рудообразующий		рудообразующий	
TiO ₂	0,13	0,10	0,00	0,00	0,00	0,13	0,07	0,07
Al ₂ O ₃	9,21	6,80	8,84	6,81	7,99	6,99	8,01	1,49
Cr ₂ O ₃	60,03	62,40	62,40	63,57	65,92	63,20	61,33	67,79
Fe ₂ O ₃	2,87	3,21	1,65	2,05	0,00	2,60	2,43	1,83
FeO	16,03	16,84	15,15	17,10	14,25	15,63	16,26	21,66
MnO	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,66	0,44
MgO	11,24	10,65	11,96	10,47	11,85	11,35	10,45	6,62
Сумма	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,25	99,52	99,90
Главные минеральные группировки, %								
Ульвошпинель	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4	0,3
Шпинель	17,9	13,4	17,1	13,4	13,7	13,6	23,2	3,1
Магнохромит	37,3	39,6	41,4	38,8	45,5	42,3	52,0	31,6
Хромит	40,9	42,7	39,5	45,3	41,7	40,3	19,4	62,6
Магнетит	3,5	4,0	2,0	2,6	0,0	3,3	5,0	2,4
Основные расчетные параметры, %								
Железистость (с FeO _{сумм})	48,7	50,9	43,8	50,4	40,3	48,0	51,6	67,7
Железистость (с FeO)	44,6	47,1	41,5	47,8	40,3	43,6	46,6	64,7
Хромистость	81,4	86,0	82,6	86,2	86,4	85,8	83,7	96,8
Доля Fe ³⁺ в R ³⁺	3,5	4,0	2,0	2,6	0,0	3,2	3,1	2,43

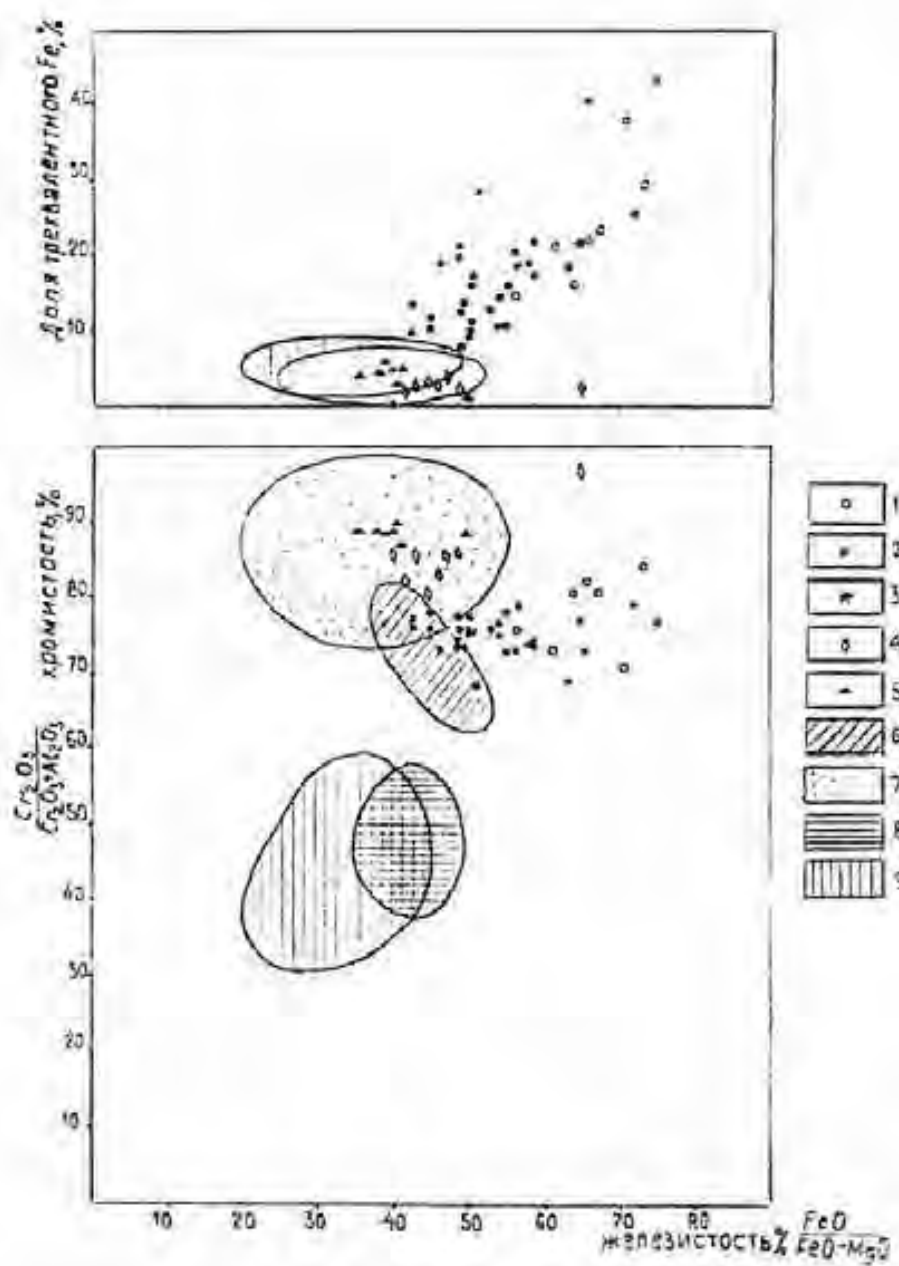


Рис. 1. Сопоставление состава хромшпинелидов из алмазоносных россыпей Тыпыльской площади и сопредельных с ними ультраосновных комплексов пород Платиноносного пояса Урала:

1 – акцессорные хромшпинелиды из протодунитов Косвинского массива [2]; 2 – хромшпинелиды из россыпей Тыпыльской площади; 3 – рудообразующие хромшпинелиды из хромитовых шпиров среди дунитов Косвинского массива [2]; 4 – высокохромистые шпинели из пород и руд альвинотипных ультрамафитов Урала [6]; 5 – высокохромистые шпинели из включений в алмазах и магматических перидотитах кимберлитов Архангельской провинции и Якутии [1, 9]; 6 – поле составов акцессорных хромшпинелидов в дунитах альвинотипных массивов [5]; 7 – поле составов рудообразующих хромшпинелидов в дунитах альвинотипных массивов [5]; 8 – поле составов акцессорных хромшпинелидов в гарибургитах альвинотипных массивов [5]; 9 – поле составов рудообразующих хромшпинелидов в гарибургитах [5]

Заключение

Выполненное сравнение проанализированных составов хромшпинелидов из Тыпыльской алмазоносной россыпи и сравнение их с хромшпинелидами различной генетической природы однозначно свидетельствуют о том, что все они полностью подобны хромшпинелидам Косвинского массива, а содержание в них хрома ни в одном случае не достигает 62-67 % при классической железистости в 35-40 %, свойственной шпинелям алмазоносных кимберлитов и содержащихся в них

глубинных включений. Таким образом, в изученной россыпи практически нет шпинелей, характерных для алмазоносных кимберлитов и вопрос о генетической природе алмазов пока остается открытым.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Архангельская алмазоносная провинция** / Богатиков О.А., Гаранин В.К., Кононова В.А. и др. М.: Изд. МГУ, 1999. 524 с.
2. **Иванов О.К.** Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала. Екатеринбург: Изд-во Уральск. ун-та, 1997. 488 с.
3. **Кухаренко А.А.** Алмазы Урала. М.: Госгеолтехиздат, 1955. 516 с.
4. **Макеев А.Б., Бринчанинова Н.И.** Топоминералогия ультрабазитов Полярного Урала. СПб: Наука, 1999. 253 с.
5. **Малахов И.А.** Петрохимия главных формационных типов ультрабазитов. М.: Наука, 1983. 223 с.
6. **Малахов И.А.** Генетическая природа аномально высокохромистых шпинелей в хромитах Урала и условия их образования // Изв. УГГГА. Вып. 13 Серия: Геология и геофизика. 2002. Вып. 15. С.53-60.
7. **Малахов И.А., Савохин И.В., Бурмяко П.Л., Кузнецов В.И.** Влияние процессов метаморфизма и метасоматизма на состав хромшпинелидов в ультрамафитах и хромитах Урала // Известия УГГГА. Вып. 13. Серия: Геология и геофизика. 2001. С. 66-73.
8. **Павлов Н.В., Кравченко Г.Г., Чупрышина И.И.** Хромиты Кемпирсайского плутона. М.: Наука, 1968. 168 с.
9. **Соболев Н.В., Харьков А.Д.** Глубинные включения в кимберлитах // Глубинные ксенолиты и верхняя мантия. Новосибирск: Наука, 1975. С.18-75.

УДК 550.42 + 553.46 (234.852)

В.А. Елохин, В. И. Чесноков, Ю. В. Чечулина

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУД ЮЖНО-ШАМЕЙСКОГО МОЛИБДЕНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Южно-Шамейское месторождение расположено в районе г. Асбеста Свердловской области и приурочено к Суванско-Асбестовской системе глубинных разломов, в зоне сопряжения Мурзинско-Адуйского антиклинория Восточно-Уральской мегазоны (поднятия) и Алалаевско-Теченского синклинория Восточно-Уральского палеорифта (прогиба) [2, 3].

Месторождение сформировалось в условиях позднепалеозойской-мезозойской тектономагматической активизации в сиалическом блоке. Мощность коры составляет 40-45 км при основности $1,8-2,0 \text{ г/см}^3$, напряженности магнитного поля – 5 миллэрстэд и поле силы тяжести – 40 мГал.

Площадь месторождения сложена осадочно-вулканогенной толщей нижнего силура, прорванной габброидами асбестовского комплекса раннесилурийского возраста и гранитоидами Малышевского комплекса, возраст которого по К-Ag-методу определен в 220-270 млн лет (по М. С. Рапопорту и И. М. Мамаеву) [1].

Вольфрам-молибденовые руды месторождения контролируются Малышевским гранитным массивом гранитовой магматической формации и относятся к вольфрам-молибденовой грейзеновой рудной формации.

Все породы Южно-Шамейского месторождения претерпели полигенные и полихронные эпигенетические преобразования: зеленокаменный метаморфизм фации зеленых сланцев – сиалический плутонометаморфизм температурного уровня низшей субфации эпидот-амфиболитовой фации – дислокационный метаморфизм – контактовый метаморфизм – постмагматический гидротермальный метасоматоз [1].

Постмагматические гидротермальные изменения проявились в развитии метасоматитов грейзеновой с молибденом, вольфрамом, бериллием, лиственит-березитовой с золотом и