

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ЭПГ В УЛЬТРАМАФИТАХ И ХРОМОВЫХ РУДАХ АЛЬПИНОТИПНЫХ КОМПЛЕКСОВ УРАЛА

**Ю.А. Волченко, В.А. Коротеев, И.И. Неустроева, С.И. Нестерова**

Благодаря трудам Н.К. Высоцкого, Л. Дюпарка, А.Н. Заварицкого, А.Г. Бетехтина, А.А. Иванова и др. Урал остается эталонным полигоном мирового значения при характеристике месторождений платиновых металлов в мафит-ультрамафитовых комплексах внутриплитных и межплитных подвижных поясов. Анализ геологических и геодинамических обстановок нахождения месторождений и проявлений платиновых металлов на Урале позволил нам составить прогнозно-металлогеническую карту Урала масштаба 1:500 000 на рудную и россыпную платину и платиноиды [Золоев, Мардиросьян, Волченко и др., 2001]. На основе этой карты были выделены семь протяженных общеуральских платиноворудных поясов, характеризующих основные этапы развития

Уральской подвижной системы [Волченко, Золоев, Коротеев и др., 1998] и определяющих металлогенический облик и основные черты внутреннего строения уральской платинометальной провинции. Наиболее крупный и протяженный из них Главный Офиолитовый пояс Урала (рис. 1), прослеженный на расстоянии более 2000 км при ширине от 20-50 до 70-100 км от северных Мугоджар на юге до побережья Северного Ледовитого океана на севере. Этот пояс находится на границе Центрально-Уральской и Тагило-Магнитогорской структурно-геологических мегазон и включает многочисленные кулисообразно расположенные цепочки мафит-ультрамафитовых альпинотипных комплексов, фиксирующих собой зону Главного Уральского Глубинного разлома и оперяющих



Рис. 1. Схема размещения мафит-ультрамафитовых альпинотипных массивов в Главном офиолитовом поясе Урала (составлена по Малахову И.А., 1966; Перевозчикову Б.В., 2000 и др. с упрощениями авторов).

А – перикратонная часть Восточно-Европейской платформы; Б – Восточно-Уральская мегазона; 1 – мафит-ультрамафитовые альпинотипные массивы; 2 – главный Уральский разлом; 3 – геологические границы мегазон; 4 – крупные аллохтоны на восточном краю Восточно-Европейской платформы.

Альпинотипные массивы (с севера на юг): 1 – Сьум-Кеу, 2 – Рай-Из, 3 – Войкаро-Сыньинский, 4 – Хосаятский, 5 – Няйский, 6 – Устейский, 7 – Кольский, 8 – Восточно-Тагильский, 9 – Алапаевский, 10 – Первомайский, 11 – Верх-Нейвинский, 12 – Гологорский, 12С – Салатимский, 13 – Пышминский, 14 – Баженовский, 15 – Ключевой, 16 – Муслюмовский, 17 – Таловский, 18 – Нуралинский, 19 – Миндякский, 20 – Крака, 21 – Куликовский, 22 – Успенковский, 23 – Варшавский, 24 – Гогинский, 25 – Наследницкий, 26 – Подольский, 27 – Шевченковский, 28 – Халиловский, 29 – Ишкинский, 30 – Хабарнинский, 31 – Аккаргинский, 32 – Буруктальский, 33 – Кемпирсайский, 34 – Аксу. На схеме подчеркнуты номера комплексов, рассмотренных в настоящей работе.

## РУДООБРАЗОВАНИЕ

ГУГР с востока и запада структурных элементов. Размеры мафит-ультрамафитовых массивов пояса изменяются от первых десятков до первых сотен и даже тысяч квадратных километров (Войкаро-Сыньинский, Кемпирсайский и др.). В целом для Офиолитового пояса характерно крупноблоковое строение в комбинации с чешуйчатыми покровами, развитыми на гетерогенном докембрийском основании. Структурные элементы пояса имеют разнообразное направление, среди которых преобладают субмеридиональные, широтные и северо-западные (см. рис. 1). Собранные за последние десятилетия и исследованные различными методами обширные коллекции по мафит-ультрамафитовым массивам Офиолитового пояса Урала позволили рассмотреть проблемы его платиноносности в минералого-геохимическом и рудно-формационном аспектах. Представленные в настоящей работе материалы базируются на результатах более 500 анализов хромовых руд, ультрамафитов, сосуществующих минералов пород и руд, а также собственных минералов ЭПГ методами РСМА (рис. 2, табл. 1). Определение всех платиновых металлов выполнено в Платиновой группе Института геологии и геохимии УрО РАН (аналитики И.И. Неустроева, О.А. Березикова, Ю.П. Любимцева). Впервые установлено, что дуниты альпинотипных комплексов имеют двойственный характер специализации по платиновым металлам [Волченко, Коротеев, 2006]. Наряду с дунитами, специализированными в основном на тугоплавкие ЭПГ, встречаются дуниты обогащенные и легкоплавкими платиноидами (см. рис. 2). В целом содержание ЭПГ в дунитах составляет около 100 мг/т, при этом доля легкоплавких платиноидов (Pd, Pt, Rh) достигает 40-50 % от суммы всех ЭПГ в них. Аномальные концентрации легкоплавких ЭПГ характерны для контактовых зон и надрудных сульфидоносных дунитов. В хромовых рудах специализация на тугоплавкие ЭПГ представлена более контрастно (см. рис. 2). В таблице 1 приведены серии анализов ультрамафитов (дунитов, гарцбургитов, лерцоцитов, клинопироксенитов) и хромовых руд 16 различных массивов Главного Офиолитового пояса Урала на все металлы платиновой группы, всего 71 анализ. Суммарное содержание ЭПГ в ультрамафитах изменяется от 45 до 200 мг/т, в среднем по 35 анализам 88 мг/т. Величина отношения платины к палладию в ультрамафитах варьирует от 0,3 до 6,5, в среднем 1,5. Отношение в ультрамафитах суммы тугоплавких ЭПГ к сумме легкоплавких изменяется от 0,9 до 9,0, в среднем 2,0. Суммарное содержание ЭПГ в хромовых рудах изменяется от 50 до 1000 мг/т и более, в среднем по 36 анализам оно составляет 291 мг/т. Величина отношения платины к палладию в хромовых рудах от 1,0 до 26,0, в среднем 4,0. Отношение суммы тугоплавких ЭПГ к сумме легкоплавких ЭПГ изменяется от 1,0 до 40,0, в среднем 7,0. Полученные данные подчеркивают установленное резкое различие в геохимической специализации ультрамафитов и хромовых руд альпинотипных комплексов в отношении всего спектра платиновых металлов (см. табл. 1, 2, рис. 2).

Установлено, что платинометальное обогащение присутствует в связи с хромовыми рудами всех частей разреза альпинотипных комплексов. Выделены четыре типа геологических обстановок и, соответственно, четыре типа сопряженной хромовой и платинометальной минерализации (табл. 3). Предложенные нами градации типов вошли в фундаментальные геологические сводки России [Додин, Чернышов, Яцкевич, 2000] с указанием на возможность

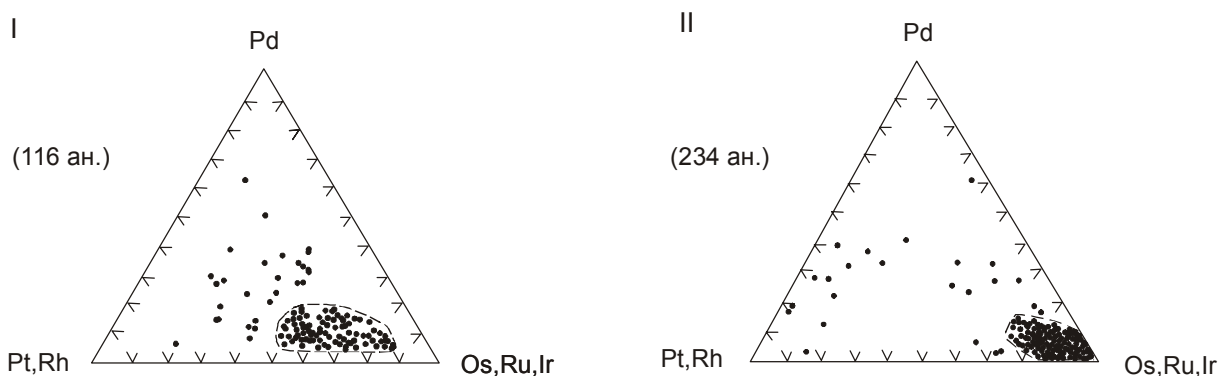


Рис. 2. Диаграммы отношений содержаний ЭПГ в дунитах (I) и хромовых рудах (II) альпинотипных комплексов Урала.

**Распределение платиновых металлов в ультрамафитах и хромовых рудах альпинотипных комплексов Офиолитового пояса Урала**

№ п.п.	№ проб	Место отбора проб, вещественный состав	Содержание ЭПГ, в мг/т						
			Pt	Pd	Rh	Ir	Os	Ru	? ЭПГ
Массив Рай-Из									
1	Т.289/1	уч. Центральный, бедно-среднекрапл. хромовые руды	20	2	<5	70	90	40	227
2	ТПР1	уч. Центральный, бедно-среднекр. хромовые руды	12	3	<5	62	140	82	304
3	Т.289/2	уч. Центральный, бедно-среднекрапл. хромовые руды	27	2	<5	70	80	30	214
4	ТПР2	уч. Центральный, бедно-среднекр. хромовые руды	18	5	7	85	90	37	242
Массив Войкаро-Сыньинский									
5	РВ-35	уч. левая Пай-Ера, убоговкр. хромовые руды	15	4	<5	10	20	20	74
6	РВ-22	уч. Кэршор, густовкр. и нодулярные хромовые руды	16	6	10	45	44	60	181
7	29В-75	уч. Пай-Ты, густовкр. хромовые руды	105	4	20	25	40	30	224
Массив Восточно-Тагильский									
8	40В-97	уч. Новый Асбест, дуниты пироксенсодержащие с прожилками хризотил-асбеста	30	10	5	10	10	10	75
9	41В-97	уч. Новый Асбест, гарцбургиты малопироксеновые и дунит-гарцбургиты полосчатые	10	10	5	10	15	15	65
10	42В-97	уч. Грань, гарцбургиты малопироксеновые серпентинизированные	8	2	3	8	15	10	46
11	43В-97	уч. Грань, дуниты пироксенсодержащие серпентинизированные	10	2	<5	12	8	8	45
12	44В-97	уч. Грань, среднекрапленные полосчатые хромовые руды сильно катаклазированные	10	2	5	10	8	10	45
13	45В-97	уч. Луковский, густовкрапленные и сплошные хромовые руды	10	5	5	15	30	25	90
14	45Г-97	уч. Кутузовский, густовкрапленные и сплошные хромовые руды	<10	3	8	240	465	100	826
Массив Алапаевский									
15	К-1	уч. Курмановский, редковкрапленные хромовые руды	20	6	<5	51	20	20	122
16	912-932	уч. Курмановский, убоговкрапленные хромовые руды	10	1	<5	100	8	16	140
17	334/2	Гарцбургит серпентинизированный полосчатый	20	20	5	10	13	26	94
18	334	Густовкрапленные хромовые руды	20	10	5	80	136	86	337

# РУДООБРАЗОВАНИЕ

Продолжение таблицы 1

Массив Первомайский									
19	168	Густовкрапленные хромовые руды	30	10	5	60	105	84	294
20	165	Аподунитовый серпентинит	9	6	5	20	7	10	57
Массив Верх-Нейвинский (разрез г. Мурзинка – г. Перевал)									
21	6-8В-99	Оливиновые клинопироксениты полосчатые	40	30	8	10	70	40	198
22	10В-89	уч. Лешачьи Лога, аподунит-перидотитовые серпентиниты	15	25	5	10	25	15	95
23	12В-89	уч. Лешачьи Лога, густовкрапленные и сплошные хромовые руды	14	9	5	25	25	45	123
24	15В-89	уч. р. Соленая, средне-густовкрапленные хромовые руды в дунитах	30	8	5	25	16	40	124
25	18В-89	уч. Жужинские горы, густовкрапленные хромовые руды в серпентинизированных дунитах	20	10	5	30	36	100	201
26	19В-89	уч. Жужинские горы, перидотиты серпентинизированные	6	5	5	10	16	20	62
27	20В-89	уч. Жужинские горы, густовкрапленные и сплошные хромовые руды в деформированных серпентинитах	15	25	10	20	45	50	165
Массив Гологорский									
28	22В-89	уч. Талицкий, густовкрапленные полосчатые хромовые руды	10	10	5	20	19	55	119
29	24В-89	уч. Талицкий, густовкрапленные и сплошные хромовые руды	12	15	2	15	25	53	102
Салатимский пояс									
30	150В-89	уч. Тохтинский, вкрапленная хромовая руда в гарцбургитах	8	2	5	10	20	12	57
Массив Баженовский									
31	20В-90	уч. Ново-Окунево, густовкрапленные и сплошные хромовые руды в дунитах	10	18	5	20	20	20	93
32	155В-89	уч. Ново-Окунево, клинопироксениты с вкрапленностью сульфидов и рудного	10	15	5	10	15	25	80
Массив Ключевской									
33	10В-90	Средне-густовкрапленные хромовые руды в гарцбургитах	12	19	5	20	25	42	123
34	64	Средне-густовкрапленные хромовые руды	30	8	5	20	25	72	160
Массив Таловский									
35	276	Вкрапленные хромовые руды в гарцбургитах	3	4	5	50	38	21	121
Массив Нуралинский (озеро Нуралинское – ручей Шарамбай)									
36	101В-92	Серпентиниты по дунитам с полосами клинопироксенитов	22	25	5	<10	15	15	92
37	102В-92	Ортопироксениты разнозернистые рассланцованные	10	15	5	<10	24	54	117

38	103В-92	Дуниты сланцеватые полосчатые серпентинизированные	10	45	5	<10	15	20	102
39	105В-92	Р.п. Приозерное, густовкрапленные хромовые руды в гарцбургитах	10	3	5	38	95	46	197
40	106В-92	Рудовмещающие гарцбургиты серпентинизированные	10	50	10	<10	30	35	145
41	107В-92	Дунит-клинопироксенитовый полосчатый комплекс	10	30	<5	<10	20	15	90
42	109В-92	Р.п. Миасское, средне-густовкрапленные хромовые руды в дунитах	10	12	<5	50	150	33	260
43	110В-92	Дунит-клинопироксенитовый тонко-полосчатый комплекс	10	22	5	<10	15	20	72
44	111В-92	Дунит-клинопироксенитовый тонко-полосчатый комплекс серпентинизированный	23	19	<5	<10	15	20	91
45	112В-92	Гарцбургиты малопироксеновые неяснополосчатые	<10	6	<5	<10	12	12	54
46	113В-92	Гарцбургиты мелко-среднезернистые неяснополосчатые плитчатые	30	8	<5	<10	13	22	86
47	114В-92	Лерцолиты плагиоклазовые неясно-полосчатые	10	7	5	<10	25	16	72
48	115В-92	Дуниты серпентинизированные с аксессуарным хромшпинелидом	10	5	<5	<10	14	18	61
49	116В-92	Лерцолиты полосчатые серпентинизированные	<10	10	<5	<10	18	16	67
50	117В-92	Лерцолиты плагиоклазовые полосчатые	10	12	5	24	17	17	85
51	118В-92	Лерцолиты плагиоклазовые полосчатые	<10	13	<5	54	16	12	95
52	119В-92	Лерцолиты плагиоклазовые слабо полосчатые	10	12	<5	30	12	16	83
53	120В-92	Лерцолиты плагиоклазовые слабо полосчатые	20	11	5	<10	17	14	76
54	121В-92	Ортопироксенит-клинопироксенитовый грубо-полосчатый комплекс	<10	12	<5	<10	7	11	53
55	122В-92	Дуниты расланцованные серпентинизированные с антигоритовой минерализацией	15	23	<5	<10	29	11	91
56	123В-92	Верлит-клинопироксенитовый полосчатый комплекс	18	12	<5	<10	5	16	64
57	124В-92	Дуниты серпентинизированные с полосами клинопироксенита	10	8	<5	10	10	26	68
58	125В-92	Дуниты серпентинизированные мятые и раслацованные с прожилками хризотила	10	9	<5	<10	10	31	73
59	126В-92	Гарцбургиты малопироксеновые плитчатые и полосчатые	15	8	<5	<10	16	28	80
60	127В-92	Дуниты серпентинизированные с повышенной вкрапленностью хромшпинелида	<10	4	<5	<10	23	27	76
61	128В-92	Дуниты серпентинизированные с нормальной и повышенной вкрапленностью хромшпинелида	16	7	<5	<10	22	26	84

# РУДООБРАЗОВАНИЕ

Окончание таблицы 1

Массивы Крака									
62	70В-96	уч. Б. Башарт, хромовые руды средне-густовкрапленные	10	3	5	20	98	55	190
Массив Хабарнинский									
63	800В-85	С. 465 гл. 824 м, дуниты серпентинизированные с повышенной вкрапленностью сульфидов	10	10	<5	<10	20	15	70
Массив Аккаргинский									
64	65В-91	Густовкрапленные хромовые руды с вкрапленностью сульфидов	14	90	<5	10	70	19	206
Массив Кемпирсайский									
65	103В-86	Уч. Поисковое, гарцбургиты малопироксеновые	80	10	5	10	40	55	200
66	100В-86	Уч. Поисковое, дунит пироксеновый серпентинизированный	50	10	<5	10	55	45	174
67	110В-86	Уч. Поисковое, хромовые руды густовкрапленные и сплошные	9	8	30	200	270	180	697
68	55В-88	Уч. Поисковое, хромовые руды средне-вкрапленные	12	6	8	150	340	120	636
69	ПТ-1	Уч. Поисковое, рудное тело 1, технологическая проба, хромовые руды средне-вкрапленные	12	5	5	127	265	78	470
70	ПТ-2	Уч. Поисковое, рудное тело 2, технологическая проба, хромовые руды густовкрапленные				190	270	252	712
71	ПТМ-А	Уч. Алмаз-Жемчужина, густовкрапленные хромовые руды	14	4	5	120	300	129	572

*Примечание.* Анализы на платиновые металлы выполнены химико-спектральным и спектро-фотометрическим методами в платиновой группе Института геологии и геохимии УрО РАН (аналитики Неустроева И.И., Березикова О.А., Сергеева Е.Г., Любимцева Ю.П.).

выделения их в качестве самостоятельных типов [Золоев, Волченко, Коротеев и др., 2001]. Первый тип – Кракинский – лерцолит-гарцбургитовые (с резко подчиненными дунитами) разрезы с высокоглиноземистыми, высокохромистыми и маложелезистыми хромшпинелидами. Руды специализированы на тугоплавкие платиноиды и платину. Собственные минералы присутствуют в виде твердых растворов и интерметаллидов тугоплавких ЭПГ. Второй тип – Кемпирсайский – дунит-гарцбургитовые разрезы с высокохромистыми, малоглиноземистыми и низкожелезистыми хромшпинелидами. Руды специализированы на тугоплавкие ЭПГ (Os, Ir, Ru). Собственные минералы присутствуют в виде сульфидов, сульфоарсенидов и интерме-

таллидов тугоплавких ЭПГ. Третий тип – Нуралинско-Верхневинский – гарцбургит-дунитовые разрезы периферических зон перехода к краевому полосчатому комплексу со среднехромистыми, железистыми малотитанистыми хромшпинелидами. Руды специализированы на тугоплавкие ЭПГ. Собственные минералы представлены сульфидами, интерметаллидами и твердыми растворами ЭПГ. Четвертый тип – Шандашинский – дунит-верлит-клинопироксенит-габбровые разрезы краевого полосчатого комплекса со среднехромистыми высокоглиноземистыми, высокотитанистыми и высокожелезистыми хромшпинелидами. Руды специализированы на легкоплавкие ЭПГ (Pt, Pd, Rh), присутствуют золото и серебро. Собственные мине-

**Результаты флотации благородных металлов  
из хромовых руд альпинотипных комплексов Урала**

№ п.п.	Наименование продуктов обогащения	Содержание, г/т					
		Os	Ru	Ir	Rh	Pt	Pd
Массив Рай-Из, участок Центральный Пр.- 1							
1	Концентрат флотации (перечистки)	16,400	15,570	11,360	1,220	2,980	2,440
2	Концентрат основной флотации	0,460	0,270	0,230	0,003	0,041	0,026
3	Исходная руда	0,140	0,082	0,062	0,003	0,012	0,003
Массив Рай-Из, участок Центральный Пр.- 2							
4	Концентрат флотации (перечистки)	22,570	9,100	12,000	0,900	5,340	3,580
5	Концентрат основной флотации	0,290	0,190	0,270	0,003	0,036	0,036
6	Исходная руда	0,090	0,037	0,058	0,005	0,017	0,003
Массив Кемпирсай, Пр. К-160							
7	Концентрат флотации (перечистки)	2,400	2,270	6,300	0,410	0,150	0,140
8	Концентрат основной флотации	0,960	0,750	2,400	0,160	0,050	0,040
9	Исходная руда	0,200	0,170	0,220	0,009	0,006	0,003
Массив Кемпирсай, Пр. ПТМ-Алмаз							
10	Концентрат флотации с перечисткой	1,800	0,200	0,400	0,050	0,050	0,020
11	Концентрат основной флотации	0,600	0,300	0,330	0,007	0,040	0,032
12	Исходная руда	0,370	0,120	0,180	0,010	0,005	0,002
Массив Кемпирсай, месторождение Поисковое							
13	Концентрат флотации	4,990	0,860	2,860	0,160	0,330	0,220
14	Концентрат основной флотации	1,480	0,260	0,810	0,040	0,110	0,070
15	Исходная руда (продукт)	0,260	0,065	0,120	0,005	0,012	0,005

*Примечание.* Анализы на платиновые металлы выполнены химико-спектральным и спектро-фотометрическим методами в платиновой группе Института геологии и геохимии УрО РАН (аналитики Неустроева И.И., Березикова О.А., Любимцева Ю.П.).

ралы представлены интерметаллидами, сульфурарсенидами, арсенидами и антимонидами ЭПГ.

Основной тренд распределения ЭПГ в альпинотипных комплексах заключается в эволюции от слабо фракционированного субхондритового распределения в типе I до отчетливо и сильно фракционированного, анхондритового распределения в типах II, III, IV. В процессе эволюции альпинотипных комплексов и их трансформации в надсубдукционных обстановках степень фракционирования ЭПГ нарастает, в системе появляются золото и серебро, которые входят в единую парагенетическую ассоциацию элементов и минералов благородных металлов. Общая оценка условий хромит-платиноидного рудообразования в разрезах Кемпирсайского типа (Чашухин и др., 1991, 1996) свидетельствует о восстановленном характере рудообразующих флюидов при трансформации альпинотипных комплексов на субокеанической стадии их эволюции. Состав рудообразующих флюидов при формировании глиноземистых руд Нуралинско-Верхнейвинского и Шандашинского типов иной: значение фугитивности кислорода в платиносодержащих глиноземистых хромити-

тах и вмещающих ультрамафитах на порядки выше, чем в высокохромистых рудах, что говорит о существенно углекислом составе рудообразующего флюида. Все это дает основание связывать формирование глиноземистых хромит-платинометалльных руд с надсубдукционными обстановками трансформации альпинотипных комплексов на островодужной стадии развития подвижной системы.

Установлено, что все разности высокохромистых хромовых руд Полярного, Среднего и Южного Урала специализированы в первую очередь на тугоплавкие платиноиды (Os, Ir, Ru), и выявлена взаимосвязь процессов накопления ЭПГ и хрома в рудах, при этом сумма их содержаний закономерно возрастает от 0,2-0,3 г/т в редковкрапленных разностях до 0,7-1,0 г/т и более в густовкрапленных и сплошных хромовых рудах. Тугоплавкие платиноиды, составляющие около и более 90 % от их суммы, на 80-85 % заключены в хромшпинелидах, где присутствуют в виде тонких микронных выделений собственных минералов, представленных сульфидами, сульфоарсенидами и твердыми растворами с характерными примесями желе-



Парагенезисы минералов платиновых металлов в различных типах хромит-платинометалльных руд альпинотипных комплексов Урала

Типы руд	Кракинский (иридиево-осмиево-рутениево-платиновый)	Кемпирсайский (рутениево-иридиево-осмиевый)	Нуралинско-Верхнейвинский (платино-иридиево-рутениево-осмиевый)	Шандашинский (платино-палладиевый с серебром и золотом)
Главные минералы ЭПГ	(Ru, Os, Fe) (Ru, Os, Ir, Rh) <sub>2</sub> S (Ir, Rh, Pt, Ru)AsS (Ru, Os, Ir, Ni, Fe) (Pt, Fe, Ni, Cu) (Pt, Fe)	(Ru, Os, Rh)(S, As) <sub>2</sub> (Os, Ru, Ir)(S, As) <sub>2</sub> (Os, Ir, Ru) (Ir, Os, Ru)	(Ru, Os, Ir) <sub>2</sub> S (Os, Ru, Ir, Rh) <sub>2</sub> S (Ru, Os, Ir, Fe, Ni) (Os, Ir) (Ir, Os)	Pt <sub>3</sub> Fe (Pt, Fe, Ru, Ni) (Pt, Fe, Rh, Ir)(As, S) <sub>2</sub> (Pd, Ni, Cu) <sub>5</sub> (Sb, S) <sub>2</sub> (Fe, Pt)
Второстепенные и редкие минералы ЭПГ	(Ir, Fe) (Pt, Pd, Fe) PtAs <sub>2</sub> (Pt, Ir)(Fe, Ni, Cu) <sub>2</sub> S	(Ir, Cu, Ni) S (Ir, Ni, Cu) S (Os, Ru, Ir)AsS (Ru, Os, Ir)AsS (Ir, Os, Ru)AsS (Rh, Ir, Ru)AsS	IrAsS Pt <sub>3</sub> Fe (Ir, Fe) (Rh, Fe) PtAs <sub>2</sub> RhAsS	(Pt, Pd)S (Os, Ru, Fe) Ag(Fe, Pd) Fe, Ni(Pt, Pd, Ru) Cu, Ni(Pt, Pd, Ru)

за, никеля и меди. Из хромовых руд Полярного Урала методом флотации с четырьмя перечистками выделены бедные медно-никелевые сульфидные продукты (Cu – 3 %, Ni – 4,5 %, Co – 0,1 %), содержащие в сумме до 50 г/т ЭПГ. Сквозное извлечение ЭПГ около 10 %. Из хромовых руд Южного Урала с двумя перечистками выделены концентраты флотации содержащие до 12 г/т ЭПГ при сквозном извлечении 6-16 %. Нарботанные из хромовых руд концентраты флотации в количестве 5 кг были переданы в институт ГИПРОНИКЕЛЬ (г. Санкт-Петербург) для их металлургической оценки. Выполнены плавки флотационного концентрата на чистый карбонильный никель, не имеющий примесей ЭПГ. Получен никелевый сплав, содержащий ЭПГ, с извлечением около 90 %. Сквозное извлечение металлов платиновой группы в никелевый сплав около 16 %. Полученные сплавы, высоколегированные платиноидами, предлагается использовать в качестве присадок при производстве спецсталей (спецсплавов) для удаления поровых газов и структурных дефектов для повышения надежности специзделий на предприятиях оборонной промышленности.

Список литературы

Волченко Ю.А., Золоев К.К., Коротеев В.А. и др. Новые и перспективные типы платинометалльного оруденения Урала // Геология и металлогения Урала. Кн. 1. Екатеринбург,

1998. С. 238-255.

Волченко Ю.А., Коротеев В.А. Платиноносность главных типов мафит-ультрамафитовых комплексов Урала // Мат-лы Междунар. науч. конф. Офиолиты: геология, петрология, металлогения и геодинамика. Екатеринбург, 2006. С. 259-262.

Додин Д.А., Чернышов Н.М., Яцкевич В.А. Платинометалльные месторождения России // СПб.: Наука, 2000. 754 с.

Золоев К.К., Волченко Ю.А., Коротеев В.А. и др. Платинометалльное оруденение в геологических комплексах Урала // Екатеринбург: ДПР, УГСЭ, ИГГ УрО РАН, 2001. 199 с.

Малахов И.А. Петрохимия ультрабазитов Урала // Тр. Института геологии. Вып. 79. Свердловск, 1966. 254 с.

Реестр хромитопроявлений в альпинотипных ультрабазитах Урала // Б.В. Перевозчиков. Пермь: Кам. НИИ КИГС, 2000. 474 с.

Чащухин И.С., Волченко Ю.А., Самсонов Г.П. Флюидно-метасоматическая модель генезиса хромитовых руд в альпинотипных гипербазитах на примере Кемпирсайского массива // Геодинамика и металлогения Урала. Материалы к II Уральскому металлогеническому совещ. Свердловск: ПО «Уралгеология», 1991. С. 173-174.

Чащухин И.С., Вотяков С.Л., Уймин С.Г. и др. ЯГР-спектроскопия хромшпинелидов и проблемы оксидометрии хромитовых ультрамафитов Урала. Екатеринбург, 1996. 136 с.