

УДК 553.491.8:553.068.5(924.9.17)

ПЛАТИНОИДЫ В АЛЛЮВИИ СЕВЕРА УРАЛА И ТИМАНА – КЛЮЧ К КОРЕННЫМ ИСТОЧНИКАМ ПЛАТИНЫ

© 1997 г. А. Б. Макеев, Н. Н. Кононкова, Е. А. Крапля, Ф. П. Чернуха, Н. И. Брянчанинова

Представлено академиком Н. П. Юшкиным 05.04.95 г.

Поступило 25.04.95 г.

В течение многих лет велись поиски платиноидов в аллювиальных отложениях западного склона севера Урала и Тимана. Накопились данные о находках платиноидов в нескольких десятках мест с весьма широкой географией от Полярного Урала в реках Лонгот-Юган, Елец, Есто-Шор, Грубею, Воравож, Харута, Няньворгаж; на Приполярном Урале – Кожим, Балбанью, Косью, Березовка, Перитор, Сывью, Б. Паток, Шугор; на Северном Урале – Илыч, Печора, Унья; Тиман – Черная, Кыв-Вож и др. Геологами ПГО “Полярноуралгеология” в аллювии многих перечисленных водотоков в процессе шлиховой съемки найдены единичные мелкие зерна платиноидов величиной от 40 до 300 мкм, изредка больше. Значительное количество зерен, многие десятки и сотни, выделены методом отдувки ультратяжелых фракций крупнообъемных проб и в результате опытной добычи в золотоносных россыпях в аллювии рек Сывью, Кожим на Приполярном Урале и Кыв-Вож на Тимане. В этих местах содержание платиноидов (МПГ) достигает 1–2,5% от весового содержания золота. Величина окатанных лепешковидных зерен МПГ здесь в среднем 500–600 мкм и достигает 2 мм в диаметре.

Диагностика МПГ проводилась с помощью рентгенофазового анализа и расчета параметров элементарной ячейки, визуально по морфологическим признакам, отражению, плотности, твердости. Состав МПГ определялся на микрозонде “Camebax SX50” в МГУ (оператор Н.Н. Кононкова), условия анализа: $U = 20$ кВ, $I = 30$ нА, $t = 10 - 12^\circ\text{C}$; аналитические линии L_α – ЭПГ и K_α – Fe, Ni, Cu; эталоны – чистые металлы, сплавы ЭПГ и NiO. Получено около 170 полных микро-

зондовых химических анализов МПГ. Поверхность зерен МПГ изучалась на растворе электронном микроскопе, а сростки и включения – в характеристическом излучении ЭПГ.

В аллювии региона диагностировано 19 минералов и их разновидностей: железистая платина*, железо-иридиевая платина*, родиево-железистая платина*, изоферроплатина*, иридиевая изоферроплатина*, рутениевая изоферроплатина*, Pt_2Fe *, осмий*, иридосмин*, рутениевый осмий, иридий*, платинистый иридий*, осмирид*, платинистый осмирид*, рутеносмирид*, ирарсит*, рутений, рутениридосмин*, иридисто-осмиевый лаурит*. Семнадцать из них, отмеченные звездочками, обнаружены нами впервые. В сростках или в виде включений встречаются осмий + изоферроплатина,

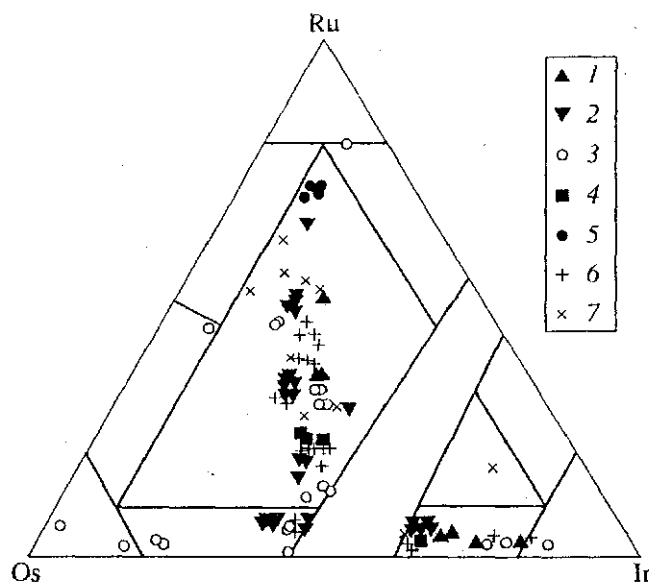


Рис. 1. Фигуративные точки составов МПГ системы Os-Ir-Ru на треугольнике Л.И. Кабри. Зерна из аллювия: 1 – руч. Есто-Шор; 2 – реки Елец и Лонгот-Юган (Полярный Урал); 3 – р. Кожим (Приполярный Урал); 4, 5 – р. Унья, Северный Урал; 4 – рутениридосмины и иридосмины, 5 – лауриты; 6 – руч. Кыв-Шор; 7 – р. Черная (Тиман).

Институт геологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской Академии наук,
Сыктывкар

Институт геохимии и аналитической химии
им. В.И. Вернадского

Российской Академии наук, Москва

Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова

Таблица 1. Состав платиноидов из аллювиальных отложений севера Урала и Тимана, %

Минерал	Os	Ir	Pt	Rh	Ru	Pd	Fe	Ni	Cu	S	As	Σ
Fe-платина	0.62	1.94	90.15	1.50	0.10	1.55	5.43	0.12	0.63	0	0	102.04
Ru-Fe-платина	3.69	2.11	82.45	2.05	3.01	1.28	4.06	0.22	0.50	0	0	99.37
Ir-Fe-платина	2.33	4.47	87.11	0.35	0.14	0.47	5.43	0.06	1.06	0	0	101.42
Изоферроплатина	0.56	0.23	89.16	0.35	0.09	0.13	8.51	0.03	0.79	0	0	99.85
Pt ₂ Fe	0.81	2.32	81.35	0.32	0.12	0.39	13.51	0.58	1.26	0	0	100.66
Rh-изоферроплатина	0.54	0.38	89.03	3.00	0.35	1.08	6.53	0.29	0.63	0	0	101.83
Ir-изоферроплатина	0.97	18.40	68.22	1.19	0.53	0.61	10.48	0.16	0.72	0	0	101.28
Осмий	92.79	2.86	1.95	0.98	3.38	0.55	0.03	0.05	0.13	0	0	102.72
Ru-осмий	57.14	11.17	0.33	0.38	28.42	0	2.12	0.03	0.15	0	0	99.74
Иридосмин	54.33	40.68	0.55	0.12	3.30	0.11	0.60	0.09	0.54	0	0	100.32
Иридий	20.19	76.47	0.82	0.30	1.14	0.22	0.54	0.06	0.76	0	0	100.50
Pt-иридий	15.36	70.82	10.26	3.01	1.04	0.84	0.30	0.03	0.66	0	0	102.32
	13.31	63.30	20.42	0.76	0.88	0.18	2.42	0.05	0.76	0	0	102.08
Рутеносмирд	15.40	67.80	8.40	0	7.80	0	0	0	0	0	0	99.40
Осмирид	24.68	69.83	2.86	0.42	1.16	0	0.38	0.11	1.05	0	0	100.49
Pt-осмирид	18.72	53.69	23.01	2.07	1.11	0.42	1.54	0.03	0.72	0	0	101.31
Рутений	6.19	10.05	0.45	1.31	78.98	0	2.10	0.02	0.08	0	0	99.18
Рутениридосмин	46.63	43.76	0.86	0.15	7.45	0.46	0.58	0.09	0.46	0	0	100.44
	30.45	30.08	2.71	1.45	34.67	1.59	0.27	0.11	0.56	0	0	101.89
Ирарсит	1.45	59.00	3.16	0.48	4.05	0.15	0	0.03	0.50	10.45	20.25	99.52
Os-Ir-лаурит	16.11	13.30	0.17	0.63	37.07	1.81	0.08	0.01	0.14	30.43	0	99.75

Pt-иридий + Ir-изоферроплатина, осмирид + иридосмин, осмий + иридосмин + ирарсит, Ir-изоферроплатина + Pt-иридий + Pt-осмирид, Fe-Ir-платина + Ir-изоферроплатина. Не образует сростания с другими МПГ только рутениридосмин и рутеносмирд.

Часть оригинальных анализов МПГ, характеризующая все минеральные разновидности, представлена в табл. 1. Фигуративные точки составов минералов системы Os-Ir-Ru показаны на рис. 1.

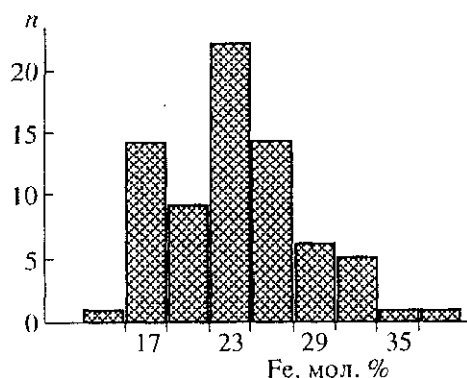


Рис. 2. Гистограмма частотного распределения содержания изоморфного железа в Fe-Pt-интерметаллидах из россыпей р. Кожим и руч. Кыв-Шор.

В системе Os-Ir-Ru природных сплавов выявлены восемь минералов и две разновидности. Частотная диаграмма распределения изоморфного железа в Fe-Pt-сплавах, приведенная на рис. 2, свидетельствует о трехмодальном его распределении и наличии по крайней мере трех минералов: самородной платины (с примесью Fe до 20 ат. %), изоферроплатины и соединения Pt₂Fe.

Наиболее полно в настоящее время изучена минералогия платиноидов двух россыпей. В аллювии р. Кожим (Приполярный Урал) изучено 300 зерен МПГ, проведено 70 микрозондовых анализов и диагностировано 15 минералов и разновидностей платиноидов. В руч. Кыв-Вож (Вымская гряда, Тиман) изучены 96 зерен, проведены 44 анализа и диагностировано 10 МПГ. В табл. 2 приводятся статистические сведения о наиболее распространенных минералах — Fe-Pt-сплавах, Os-Ir-сплавах и рутениридосминах двух россыпей. Процентное соотношение этих трех групп минералов в этих локациях близко и соответственно составляет: р. Кожим — 88, 6, 6; руч. Кыв-Вож — 73, 6, 21%. Т.е. в этих россыпях железо-платиновые сплавы имеют преимущественное распространение. Расчет баланса ЭПГ в россыпях показывает следующее их соотношение (Pt : Ir : Os : Ru : Rh : Pd): р. Кожим — 82 : 7.5 : 7 : 1.5 : 1 : 1; руч. Кыв-Вож — 68 : 13 : 12 : 5 : 1 : 1.

Таблица 2. Статистические характеристики содержаний компонентов в платиноидах р. Кожим (Приполярный Урал) и Вымской гряды (Тиман), мас. %

Минерал	Statis	Os	Ir	Pt	Rh	Ru	Pd	Fe	Ni	Cu
Река Кожим										
Изоферроплатина, $n = 34$	min	0.22	0	85.26	0	0	0.11	5.43	0	0.23
	max	1.13	1.98	92.62	3.31	0.86	2.93	9.55	0.85	1.48
	$\bar{x}$	0.59	0.47	88.49	1.28	0.18	1.30	7.72	0.13	0.69
	σ	0.23	0.50	1.64	1.09	0.23	0.78	1.32	0.16	0.29
Ir-изоферроплатина, $n = 14$	min	0.50	2.32	68.22	0.19	0	0.04	5.36	0.04	0.50
	max	2.84	18.40	87.96	2.09	0.60	1.01	13.51	0.72	3.00
	$\bar{x}$	1.24	8.00	79.69	0.80	0.20	0.46	9.40	0.22	1.05
	σ	0.74	5.58	6.63	0.53	0.20	0.27	2.25	0.19	0.59
Os-Ir-сплавы, $n = 9$	min	13.31	2.86	0.53	0.03	0.17	0	0.03	0.03	0.13
	max	92.79	73.46	20.42	0.98	3.66	0.55	2.42	0.83	1.05
	$\bar{x}$	52.82	40.92	3.53	0.34	1.93	0.17	0.57	0.16	0.59
	σ	26.45	23.43	6.05	0.31	1.17	0.15	0.68	0.24	0.28
Рутениридосмин, $n = 8$	min	36.87	24.14	0.86	0.15	7.09	0.38	0	0.03	0.30
	max	46.63	44.64	5.39	1.39	29.45	1.29	0.58	0.14	0.55
	$\bar{x}$	41.40	35.56	2.63	0.83	18.53	0.95	0.27	0.09	0.44
	σ	3.86	7.24	1.75	0.46	7.78	0.33	0.20	0.04	0.08
Тиман										
Изоферроплатина, $n = 16$	min	0.55	0	82.45	0.08	0	0.20	4.06	0	0.50
	max	3.69	2.11	91.20	2.05	3.01	2.18	8.28	0.22	2.32
	$\bar{x}$	1.02	0.85	87.77	0.79	0.23	1.02	6.79	0.06	1.18
	σ	0.72	0.65	1.87	0.53	0.72	0.55	1.09	0.06	0.42
Ir-изоферроплатина, $n = 9$	min	0.45	2.39	69.25	0.24	0	0.41	6.19	0.04	0.60
	max	4.44	18.36	87.16	1.94	0.80	1.04	12.29	0.24	1.53
	$\bar{x}$	1.21	6.59	80.54	0.76	0.16	0.68	9.25	0.12	1.06
	σ	1.19	5.38	6.72	0.54	0.26	0.18	2.11	0.08	0.32
Os-Ir-сплавы, $n = 6$	min	15.36	40.86	0.81	0.14	0.68	0.02	0.17	0	0.56
	max	54.41	70.82	23.01	3.01	3.81	0.84	1.54	0.14	0.86
	$\bar{x}$	35.78	55.02	6.27	0.99	1.83	0.32	0.46	0.06	0.72
	σ	15.27	10.99	8.21	1.13	1.26	0.26	0.48	0.05	0.10
Рутениридосмин, $n = 13$	min	32.74	27.74	0.41	0.33	10.22	0.59	0.11	0	0.34
	max	47.69	41.11	6.67	1.80	28.36	1.72	0.62	0.18	0.62
	$\bar{x}$	39.92	33.60	3.95	1.00	20.07	1.09	0.36	0.09	0.47
	σ	5.12	3.96	2.22	0.47	6.35	0.37	0.18	0.05	0.09

Примечание. n – число анализов в выборке, $\bar{x}$ – среднее, σ – среднеквадратичное отклонение.

Особенности состава и характер сростаний зерен позволяют сделать вывод о наличии двух минеральных ассоциаций МПГ, генетически связанных с двумя различными формационными типами ультрабазитов: 1) железо-платиновые сплавы и интерметаллиды ассоциируют с осмий-иридиевыми сплавами и, вероятно, генетически связаны с концентрически-зональными пироксенит-дунитовыми массивами уральско-алейского типа

или с щелочно-ультраосновными массивами типа Кондерского; 2) рутениридосмин, ассоциирующий с лауридом, скорее всего, попал в аллювиальные россыпи из альпинотипных ультрабазитов.

Суперпозиция двух разноформационных минеральных ассоциаций МПГ в современном речном аллювии может быть обусловлена сложными процессами перемыва промежуточных коллекторов, таких, как древние аллювиальные и

морские россыпи, ледниковые отложения и др. Если альпинотипные ультрабазиты известны на севере Урала и могут быть потенциальным источником рутениридосмина и лаурита в аллювии [1, 2], то концентрически-зональные массивы, генерирующие Fe-Pt-сплавы, в регионе до сих пор неизвестны.

Многочисленные находки изоферроплатины, Os-Ir-сплавов, рутениридосмина с низким содержанием Ru наряду с характерным составом хромшпинелидов в шлихах говорят о возможном открытии на Приполярном Урале и Тимане концентрически-зональных ультрабазитовых массивов и о возможном продолжении на север платиноносного пояса Урала [3]. Вероятно, это будут очень мелкие массивы. Скорее всего, часть из них уже полностью эродирована. Путь к находкам коренных источников платиноидов на севере

Урала и Тимана – в изучении состава шлиховой “платины” и обобщении всех имеющихся геолого-минералогических данных.

Авторы благодарны А.А. Котову, А.М. Плякину, Н.В. Повонской, Ф.Л. Юманову, Л.В. Акимову, В.А. Дудар за любезно предоставленный оригинальный материал для минералогических исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Макеев А.Б.* Минералогия альпинотипных ультрабазитов Урала. СПб.: Наука, 1992. 197 с.
2. *Макеев А.Б., Котов А.А., Бегизов В.Д. и др.* В кн.: Минералогическая кристаллография и свойства минералов. Сыктывкар, 1984. С. 95–103.
3. *Makeyev A.B.* In: Abstracts. VII Intern. Platinum Symp. Moscow, 1994. P. 69–70.