

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ПЛАТИНЫ ИЗ ДЕЛЮВИАЛЬНО-ПРОЛЮВИАЛЬНОЙ РОССЫПИ В ПРЕДЕЛАХ ВЕРЕСОВОБОРСКОГО ПИРОКСЕНИТ-ДУНИТОВОГО МАССИВА

Вересовоборский пироксенит-дунитовый массив принадлежит к западной полосе платиноносного пояса Урала и является одним из источников платины в группе Исовских россыпей. К настоящему времени практически все аллювиальные отложения р. Ис и ее притоков неоднократно перемыты, однако в пределах Вересовоборского массива сохранились нетронутыми многочисленные мелкие лога. Нами была изучена платина одного из таких логов, полученная в ходе поисковых работ. Навеска платины была подвергнута ситовому анализу по стандартной схеме. Кроме того, рассчитано количество зерен в каждой фракции. Сравнение кумулятивных кривых количества зерен и весовых процентов по методике, предложенной А.Г. Баранниковым и А.А. Малюгиным [1] (рис. 1), показало, что средние размеры, рассчитанные по разным показателям, значительно расходятся. Так, средний размер платины по данным ситового анализа составляет 0,8 мм, а по количеству зерен лишь - 0,16 мм. Формы кривых и их соотношения характерны для ложковых россыпей ближнего сноса [1].

Учитывая, что туламинит и тетраферроплатина обладают высокой магнитной восприимчивостью, вся платина была разделена магнитом Сочнева на 5 фракций. При этом было установлено, что 14,1 % металла уходит в магнитную фракцию, 40,8 - в первую электромагнитную, 30,0 - во вторую электромагнитную, 14,0 - в третью электромагнитную и лишь 1,1 % оказывается немагнитной. Причем доля магнитной платины возрастает с уменьшением размера (табл.1).

В дальнейшем описание морфологических особенностей платины проводилось отдельно по размерным фракциям с учетом магнитности. Из более чем 700 зерен максимальное количество (65,5 %) пришлось на комковидно-гнездовую и комковидно-угловатую формы (27,3 %), комковидно-лещистую - 3,3 %, прожилково-пластинчатую - 2,4, 1,81 % - на поликристаллические агрегаты, 1,3 % - брусковидную. Менее 1 % от общего количества составили зерна прожилково-чешуйчатой, уплощенно-комковидной, крючковато-цементной форм. Минимальным распространением пользуются зерна прожилково-пленочной и каплевидной форм (по 0,14 %). Средняя гидравлическая крупность (ГК), рассчитанная по номограмме М.М. Львовича [2], уменьшается от 165 (для класса >4мм), до 6 см/с - у зерен размером <0,05 мм. Средневзвешенная ГК по всему металлу составила 59 см/с.

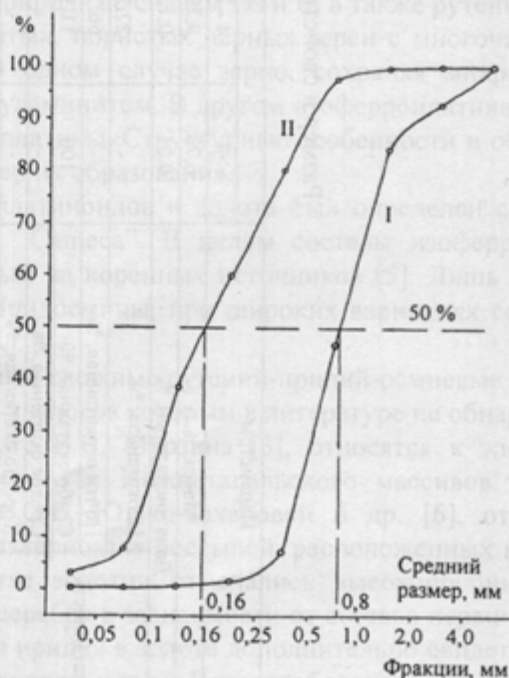


Рис. 1. Кумулятивные кривые (накопленные частоты) гранулометрического состава россыпной платины по данным ситового (I - масса %) и морфогранулометрического анализов (II - число зерен %)

Таблица 1

Размер и свойства платины из делювиально-пролювиальной россыпи

Параметры	Классы крупности (размер, мм)										Среднезвешенное
	>4	4-2	2÷1	1+0,5	0,5+0,25	0,25+0,16	0,16+0,1	0,1+0,05	<0,05		
Масса, %	6,73	9,20	37,27	39,70	5,23	1,35	0,47	0,03	0,02		
Доля числа зерен, %	0,01	0,13	2,29	17,53	20,30	21,42	30,35	4,79	3,18		
Неокатанная, %	-	22,2	15,3	30,7	23,4	19,4	28,6	40,8	31,0	21,4	
Почти неокатанная, %	-	66,7	63,0	42,8	36,0	25,0	23,1	40,7	48,3	48,8	
Слабо окатанная, %	100	11,1	19,9	22,7	21,7	29,2	26,6	11,1	6,9	26,1	
Средне окатанная, %	-	-	1,8	3,8	11,8	18,8	17,5	3,7	10,3	3,2	
Хорошо окатанная, %	-	-	-	-	7,1	7,6	4,2	3,7	3,5	0,5	
Средняя гидравлическая крупность ГК, см/с	165	108	60	35,3	26,6	14,8	10,14	6,0	6,0	59,0	
Черная, %	-	8,7	8,3	17,5	10,8	13,4	7,4	4,1	4,2	12,0	
Темно-бурая, %	100	42,0	-	16,5	10,8	14,4	25,2	36,1	8,4	17,7	
Бурая, %	-	24,6	27,9	22,5	50,3	48,6	36,9	20,3	33,3	37,5	
Темно-серая, %	-	12,3	20,3	25,5	4,3	0,6	12,7	12,2	12,5	10,2	
Серая, %	-	12,4	35,6	15,5	13,9	15,5	10,6	-	-	13,6	
Светло-серая и белая, %	-	-	7,9	2,5	9,9	7,5	7,2	27,3	41,6	9,0	
Магнитная, %	-	-	8,4	13,3	42,7	43,6	32,9	Не разделялись			14,1
Электромагнитная 1, %	-	26,0	40,5	47,8	27,6	30,8	22,9				40,8
Электромагнитная 2, %	100	74,0	28,7	25,5	21,7	17,4	23,4				30,0
Электромагнитная 3, %	-	-	20,9	12,5	7,1	5,5	4,1				14,0
Немагнитная, %	-	-	1,5	0,9	0,9	2,7	16,7				1,1
Хромишнелид	~50	12,0	4,8	5,2	4,2	3,3	0,7	-	0,1	8,6	
Серпентин	-	3,9	4,3	5,0	4,9	4,2	4,6	-	-	4,3	
Золото	-	-	-	0,07	0,53	2,50	16,14	7,41	17,24	0,2	

Практически во всех классах крупности преобладает почти неокатанная платина, а хорошо окатанная либо отсутствует вовсе, либо ее количество минимально.

По цвету платина была разделена на темно-бурюю, бурюю, черную, темно-серую, серую, светло-серую и белую. На долю бурой приходится 37,5 %, темно-бурой – 17,7, черной – 12,0, темно-серой – 10,2, серой – 13,6, а светло-серой и белой – лишь 9,0. Причем наиболее темные разности значительно более магнитны, чем светлые (табл. 2).

Таблица 2

Распределение платины по цвету во фракциях различной магнитности

Фракции магнитности	Доля массы платины, %					
	Темно-буряя	Буряя	Черная	Темно-серая	Серая	Светло-серая и белая
Магнитная	14,80	32,50	10,80	24,30	17,60	0,00
1 - электромагнитная	16,60	23,10	16,04	10,96	32,00	1,30
2 - электромагнитная	26,78	24,63	7,20	27,53	8,12	5,74
3 - электромагнитная	2,60	12,97	11,90	33,64	24,99	13,90
Немагнитная	1,68	28,24	0,41	0,00	33,00	36,67

Из минеральных примесей в платине отмечаются включения хромита и “примазки” серпентина. Их количество оценивалось визуально в объемных процентах. В наиболее крупных зернах количество хромшпинелида достигало 50-55 %, а общее его количество составило 8,6 % объема. На долю “примазки” серпентина приходится лишь 4,3 %. Кроме платины, в изучаемой россыпи зафиксировано золото в количестве 0,2 весовых %. Золото красноватого и зеленовато-желтого цветов, имеет комковидно-гнездовую, комковидно-угловатую формы. Реже встречаются пленочные, пластинчатые разности и сростки кристаллов. Окатанность слабая, очень часто встречаются “примазки” серпентина. Включения хромита в золоте крайне редки.

Из прочих примесей в шлихе обнаружены зерна латуни в виде неправильных обломков и кристаллов с соотношением меди и цинка 3:1, свинцовая дробь, магнитные и силикатные шарики неясного происхождения.

При минераграфическом изучении было установлено, что темно-бурый и бурый цвета характерны для туламинита Pt_2FeCu , черные и серые тона - для тетраферроплатины $PtFe$, светло-серая и белая платина представлена изоферроплатиной Pt_3Fe . Большинство зерен представляло собой изоферроплатину с каймой тетраферроплатины или туламинита различной мощности. Среди включений минералов платиноидов установлены природные сплавы Os и Ir, а также рутений-иридий-осмиевые сульфиды. Интересны находки комковатых, пористых черных зерен с многочисленными включениями обломков нерудных минералов. В одном случае зерно, сохраняя микропористую структуру, нацело сложено аномально медистым туламинитом. В другом изоферроплатина обрастала мозаичным микропористым агрегатом тетраферроплатины. Структурные особенности и облик таких зерен позволяют предположить экзогенный характер их образования.

Химический состав минералов платины, платиноидов и золота был определен с помощью рентгеновского спектрального микроанализатора “Самеса”. В целом составы изоферроплатины, тетраферроплатины и туламинита близки к таковым из коренных источников [5]. Лишь некоторые зерна оказались аномально медистыми (рис. 2). Иридоосмии, при широких вариациях содержаний осмия и иридия, содержат примеси Pt, Rh и Cu (табл. 3).

Из сульфидов платиноидов проанализированы сложные рутений-иридий-осмиевые сульфиды, наиболее точно отвечающие составу $(Ru, Os, Ir) S_2$, аналогов которым в литературе не обнаружено.

Золото-серебряные сплавы, согласно работе В.В. Мурзина [3], относятся к электруму и практически аналогичны таковым из Гусевогорского и Нижнетагильского массивов. Медистое золото, содержащее от 11,8 до 13,9 % Cu, по О.Е. Юшко-Захаровой и др. [6], относится к купроауриду и как отмечено В.В. Мурзиным, характерно для россыпей, расположенных в пределах ультраосновных массивов Урала. На большинстве золотин отмечались высокопробные каймы, содержащие примеси преимущественно меди или серебра в зависимости от состава первичной фазы. Измеренные в двух случаях содержания платины и иридия в золоте дополнительно свидетельствуют о том, что источником золота в россыпи являются породы и руды Вересовоборского массива.

Состав минералов платины, платиноидов и золота из делювиально-пролювиальной россыпи в пределах Вересовоборского массива

Название минерала, номер анализа	Содержания элементов (вес. %)															Сумма
	Pt	Ir	Os	Pd	Rh	Ru	Au	Ag	Hg	Cu	Fe	Ni	As	S		
Изоферроплатина																
1-1	85,30	0,00	0,46	0,38	0,99	0,00	-	-	-	0,92	10,16	0,25	-	0,00	98,46	
2-1	87,47	0,21	0,36	0,60	0,45	0,00	-	-	-	0,71	8,18	0,04	-	0,00	98,02	
3-1	86,90	0,00	0,33	0,75	0,76	0,00	-	-	-	0,50	8,04	0,08	-	0,00	97,36	
4	85,19	0,00	0,38	0,34	0,37	0,00	-	-	-	4,15	8,64	0,03	-	0,00	99,10	
7-1	90,35	0,00	0,37	1,07	0,47	0,00	-	-	-	0,64	8,29	0,05	-	0,00	101,24	
10-1	90,16	0,26	0,41	0,19	0,30	0,00	-	-	-	0,30	8,21	0,05	-	0,00	99,88	
12-1	89,07	0,00	0,49	0,67	0,61	0,00	-	-	-	0,97	8,06	0,00	-	0,00	99,87	
13	89,75	0,00	0,43	0,67	0,56	0,00	-	-	-	1,14	7,39	0,00	-	0,00	99,94	
14	88,66	0,00	0,34	0,67	0,59	0,00	-	-	-	0,83	8,01	0,02	-	0,00	99,12	
19-1	88,64	0,00	0,46	0,47	0,87	0,00	-	-	-	0,69	8,01	0,02	-	0,00	99,16	
19-2	89,47	0,00	0,40	0,79	0,73	0,00	-	-	-	0,64	8,17	0,07	-	0,00	100,27	
23-1	88,13	1,74	0,20	0,81	0,43	-	-	-	-	0,61	8,05	0,03	-	-	100,00	
Тетраферроплатина																
3-2	77,09	0,00	0,28	0,88	0,21	0,00	-	-	-	0,30	16,44	0,39	-	0,00	95,59	
7-2	78,26	0,00	0,32	0,41	0,30	0,00	-	-	-	0,94	21,07	0,03	-	0,00	101,33	
23-2	76,77	0,79	0,16	0,10	0,28	-	-	-	-	0,62	21,20	0,08	-	-	100,00	
23-3	76,56	0,62	0,21	0,06	0,24	-	-	-	-	0,90	21,30	0,11	-	-	100,00	
23-4	76,61	0,78	0,11	0,19	0,36	-	-	-	-	0,40	21,51	0,04	-	-	100,00	
Туламинит																
1-2	75,63	0,00	0,30	0,00	0,22	0,00	-	-	-	9,86	11,42	0,27	-	0,00	97,70	
2-2	75,89	0,00	0,16	0,05	0,16	0,00	-	-	-	9,86	11,38	0,07	-	0,00	97,57	
8	74,91	0,00	0,28	0,06	0,32	0,00	-	-	-	15,86	8,30	0,00	-	0,00	99,73	
Осмирид																
7-2	1,88	49,55	48,57	0,11	0,17	0,00	-	-	-	0,02	0,02	0,02	-	0,00	100,34	
16	2,66	39,95	60,66	0,04	0,39	0,00	-	-	-	0,20	0,05	0,00	-	0,00	103,95	
(Ir, Os, Ru) S ₂ ?																
10-3	0,85	31,98	25,71	0,54	0,65	13,28	-	-	-	0,03	0,13	0,00	-	30,15	103,32	
10-4	0,06	36,37	28,69	0,41	0,64	6,91	-	-	-	0,04	0,10	0,00	-	28,70	101,92	
Электрум																
24-2	-	-	-	0,00	-	-	-	-	73,58	25,90	0,07	-	0,37	-	100,00	
24-3	-	-	-	0,00	-	-	-	-	74,30	25,07	0,00	-	0,00	-	99,99	
24-4-1	-	-	-	0,00	-	-	-	-	69,23	33,20	0,04	-	0,06	-	100,00	
24-5	-	-	-	0,08	-	-	-	-	77,48	20,65	0,01	-	0,07	-	99,95	
24-6	-	-	-	0,00	-	-	-	-	68,07	30,09	0,00	-	0,39	-	99,99	
24-7	-	-	-	0,00	-	-	-	-	59,91	39,36	0,04	-	0,10	-	99,91	
Купроаурит																
24-8	-	-	-	0,00	-	-	-	-	85,07	1,00	0,00	-	0,01	-	100,00	
22-1	0,32	0,22	-	-	-	-	-	-	86,91	1,22	-	0,05	-	-	102,02	
24-1	-	-	-	0,00	-	-	-	-	84,77	2,84	0,00	-	0,59	-	99,99	
Самородное золото																
22-2	1,45	0,23	-	-	-	-	-	-	94,31	0,18	-	0,00	-	-	97,34	
24-4-2	-	-	-	0,00	-	-	-	-	95,84	3,18	0,01	-	0,53	-	100,00	

Примечание: анализы выполнены в лаборатории физических методов исследований ИГГ УГГА. Рентгеновский спектральный микроанализатор "Самес". Аналитик В.И.Осолоповских. (-) - нет измерения.

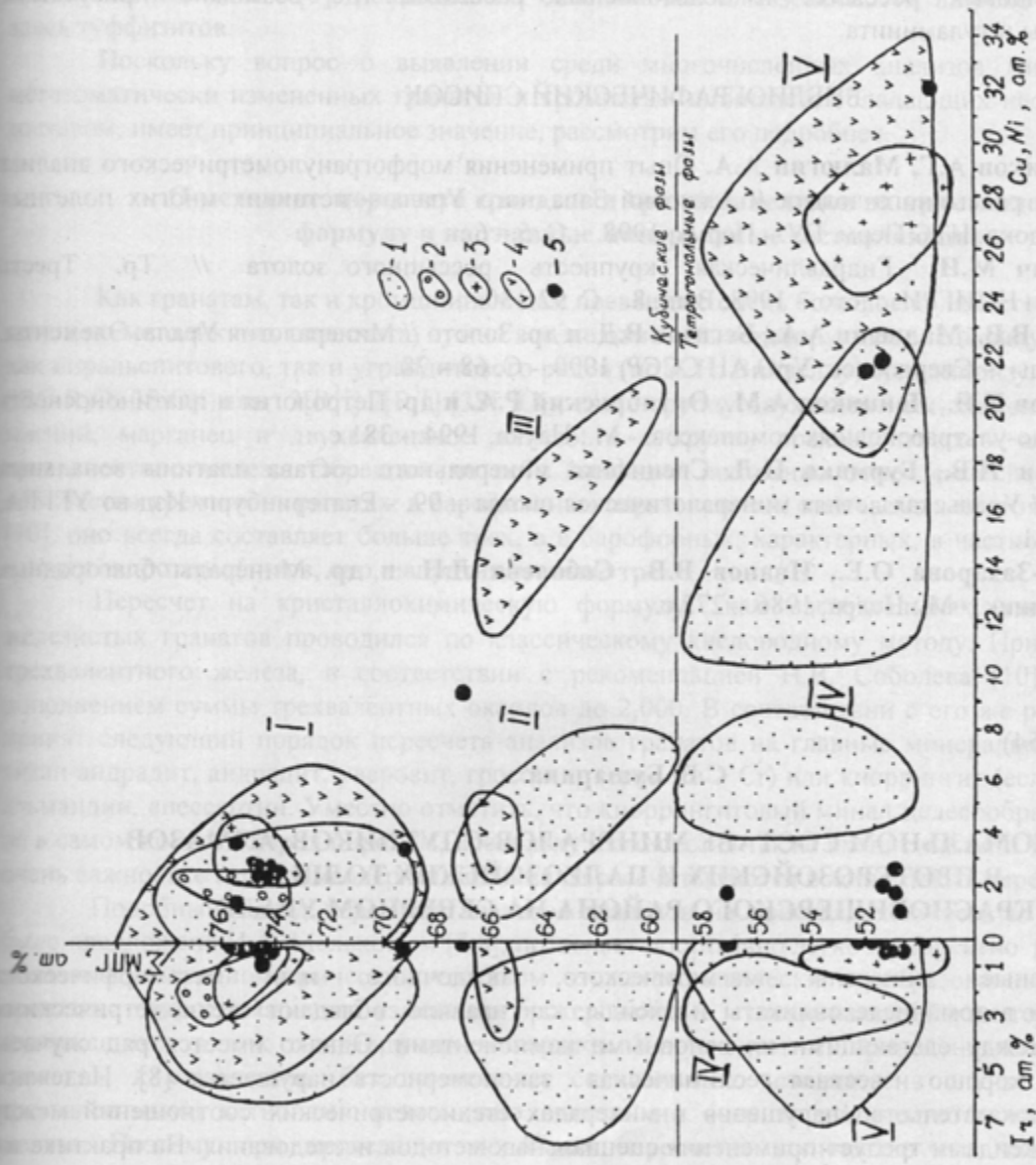


Рис. 2. Диаграмма составов основных платиновых минералов:

1-4 - области составов платиновых минералов в коренных источниках: 1 - Нижнетагильский массив; 2 - Светлогорский массив; 3 - Вересовоборский массив по [5]; 4 - щелочно-ультраосновные массивы Сибири по И.Я. Некрасову и др. [4]; 5 - составы платиновых минералов из россыпи: 1 - изоферроплатина; II - железистая изоферроплатина; III - медистая изоферроплатина; IV - тетраферроплатина; V - туламинит и ферроникельплатина; МПГ - металлы платиновой группы

Сопоставляя данные минераграфических исследований, микронзондовых анализов и результатов морфогранулометрического анализа, можно утверждать, что в изученной россыпи преобладает изоферроплатина в "рубашке" туламинита. Химический состав основных платиновых минералов россыпи практически не отличается от состава таковых из хромитовых тел Вересовоборского массива, что в совокупности с минимальной окатанностью и морфологическими особенностями однозначно свидетельствует о тесной генетической связи платины и золота в россыпи с дунитами и хромитами Вересовоборского массива и минимальной дальности переноса, не превышающей 500 м. Преобладание хромита над серпентином в сростаниях с платиной свидетельствует о значительной доле хромитов как коренных источников металла.

Учитывая значительное количество магнитной платины, особенно среди мелких зерен, следует отказаться от практики применения магнитной сепарации с целью отделения магнетита от металла в платиновых россыпях и золотоносных россыпях, где возможно присутствие тетраферроплатины и туламинита.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранников А.Г., Малюгин А.А. Опыт применения морфогранулометрического анализа при исследовании россыпного золота // Аллювий Западного Урала – источник многих полезных ископаемых: Тез. докл. НТС Перм. ГУ. - Пермь, 1998. – С. 5 – 6.
2. Львович М.И. Гидравлическая крупность россыпного золота // Тр. Треста "Золоторазведка" и НИИГРИЗолото. - 1998. Вып. 8. - С. 92-130.
3. Мурзин В.В., Малюгин А.А., Бегизов В.Д. и др. Золото // Минералогия Урала: Элементы. Карбиды. Сульфиды. – Свердловск: УрО АН СССР, 1990. - С. 68 – 78.
4. Некрасов И.Я., Ленников А.М., Октябрьский Р.А. и др. Петрология и платиноносность кольцевых щелочно-ультраосновных комплексов. - М.: Наука, 1994. - 381 с.
5. Савохин И.В., Бурмако П.Л. Специфика минерального состава платины зональных массивов Урала. // Уральская летняя минералогическая школа – 99. - Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1999. – С. 116 – 121.
6. Юшко-Захарова О.Е., Иванов В.В., Соболева Л.Н. и др. Минералы благородных металлов: Справочник. - М.: Недра, 1986. - 272 с.

УДК 552.81 (470.54)

С.В. Бушарина

ОБ АНОМАЛЬНОМ СОСТАВЕ МИНЕРАЛОВ-СПУТНИКОВ АЛМАЗОВ В ПРОТЕРОЗОЙСКИХ И ПАЛЕОЗОЙСКИХ ТОЛЩАХ КРАСНОВИШЕРСКОГО РАЙОНА НА СЕВЕРНОМ УРАЛЕ

Разнообразные минералы магматического, осадочного или метаморфического происхождения, и в том числе силикаты и оксиды, как правило, обладают стехиометрическими соотношениями между слагающими их основными компонентами. Однако имеется ряд случаев, когда эта всем хорошо известная геохимическая закономерность нарушается [8]. Надежное установление и доказательство нарушения в минералах стехиометрических соотношений между слагающими их оксидами требует применения специальных методов исследования. На практике же минералоги при пересчете химических составов минералов, и в частности гранатов и хромшпинелидов, полученных чаще всего с помощью микронзондового анализа, используют хорошо зарекомендовавшие себя методы пересчета на кристаллохимическую формулу по кислородному методу и на слагающие их основные минеральные группировки [7,8,10]. Подобные методы пересчета нами уже использовались на протяжении ряда лет [2,3], и они себя вполне оправдали.

Осуществлявшийся в последнее время совместно с И.А. Малаховым массовый пересчет большого числа анализов гранатов, хромшпинелидов и минералов титановой группы, содержащихся в разновозрастных терригенных породах, слагающих Полюдо-Колчимскую и Тулым-Парминскую